

GUSTAVO INÁCIO DE MORAES

**ENERGIA E SUSTENTABILIDADE NO PARANÁ: CENÁRIOS E
PERSPECTIVAS 2007 - 2023**

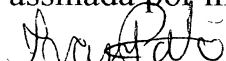
Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Desenvolvimento Econômico, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Econômico, Setor de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal do Paraná.

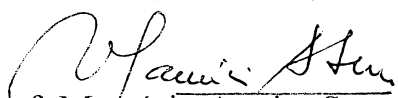
Orientador : Prof. Dr. Maurício Aguiar Serra

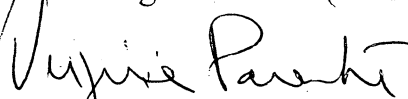
**CURITIBA
2005**

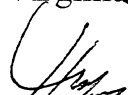


104 Ata da sessão pública da arguição da Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Desenvolvimento Econômico. Aos primeiros dias do mês de março de dois mil e cinco, às 14:00 horas, na sala 47 do Setor de Ciências Sociais Aplicadas Departamento de Economia da Universidade Federal do Paraná, Campus III - Jardim Botânico, foram instalados os trabalhos da Banca Examinadora, constituída pelos seguintes Professores: **Maurício Aguiar Serra (orientador)**, **Virgínia Parente e Luiz Antônio Lopes**, designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Desenvolvimento Econômico, para arguição da Dissertação de Mestrado apresentada pelo candidato **Gustavo Inácio de Moraes**, intitulada “**Energia e sustentabilidade no Paraná: cenários e perspectivas, 2007-2023**”. A sessão teve início com a exposição oral do Mestrando sobre o estudo desenvolvido, tendo o Professor **Maurício Aguiar Serra**, na Presidência dos trabalhos, concedido a palavra, em seguida, a cada um dos Examinadores, para realização de suas respectivas arguições. A seguir, o Mestrando apresentou sua defesa. Na sequência, o Professor Presidente retomou a palavra para as considerações finais. Em seguida, reunida sigilosamente, a Banca Examinadora decidiu-se pela aprovação do candidato atribuindo-lhe as seguintes notas: Professor **Maurício Aguiar Serra (10,0)**, **Virgínia Parente (10,0)** e **Luiz Antônio Lopes (10,0)**, do que resulta a **média (10,0), equivalente ao conceito (10,0)**. Em seguida, o Senhor Presidente declarou aprovado, o Mestrando **Gustavo Inácio de Moraes**, que recebeu o título de Mestre em Desenvolvimento Econômico, área de concentração **Políticas de Desenvolvimento**. Nada mais havendo a tratar foi encerrada a sessão da qual eu, Ivone Polo, secretária, lavrei a presente Ata que será assinada por mim e pela Comissão Examinadora. Curitiba, 01 de março de 2005.


Ivone Polo (Secretária)


Prof. Maurício Aguiar Serra (Presidente)

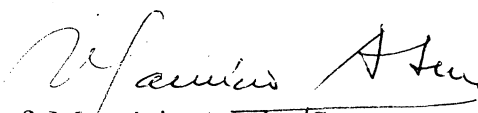

Prof. Virgínia Parente

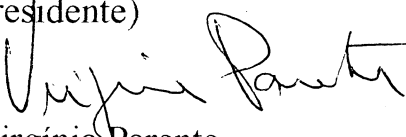

Prof. Luiz Antônio Lopes



PARECER

Os Membros da Comissão Examinadora designados pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Desenvolvimento Econômico para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado apresentada pelo candidato **Gustavo Inácio de Moraes**, sob o título "**Energia e sustentabilidade no Paraná: cenários e perspectivas, 2007-2023**", após arguir o candidato e ouvir suas respostas, deliberou-se aprová-lo, com base nas seguintes notas: Professor **Maurício Aguiar Serra (10,0)**, **Virgínia Parente (10,0)** e **Luiz Antônio Lopes (10,0)**, do que resulta a **média (10,0), equivalente ao conceito (10,0)**. Em seguida, o Senhor Presidente declarou aprovado, o Mestrando **Gustavo Inácio de Moraes**, completando assim todos os requisitos necessários para receber o grau e o diploma de Mestre em Desenvolvimento Econômico. Curitiba, 01 de março de 2005.


Prof. Mauricio Aguiar Serra
(Presidente)


Prof. Virgínia Parente


Prof. Luiz Antônio Lopes



AGRADECIMENTOS

Para concluir uma dissertação de mestrado é preciso dedicação e empenho ao longo da elaboração, mas também em todas as disciplinas do curso. Sou muito grato ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Econômico da Universidade Federal do Paraná, na pessoa de seus professores, por ter a oportunidade de desenvolver esta dissertação, com uma temática multidisciplinar, conforme meu desejo. Fundamental nesse período foi a concessão de bolsa pelo CNPq, viabilizando o trabalho e o aproveitamento a contento do mestrado.

Sou, contudo, especialmente grato aos professores Maurício Aguiar Serra e Luiz Antonio Lopes, respectivamente orientador e co-orientador, por apoiarem-me na elaboração desta dissertação e pelo conteúdo nas disciplinas, que criaram a semente inicial do trabalho. Agradeço também à Prof.^a Virgínia Parente, por aceitar o convite para participar da banca e sugerir aperfeiçoamentos no trabalho.

Igualmente grato sou aos professores Armando João Dalla Costa e Demian Castro, o primeiro pelas discussões a respeito do trabalho e o segundo pelas incontáveis horas de polêmica e discussão, sobre os mais diversos temas, inclusive o tema desta dissertação. Aos professores Armando Vaz Sampaio, Francisco Cippolla, José Luis Oreiro, Marcelo Luiz Curado, Paris Yeros e Ramón Garcia Fernandez, sou grato pelo conteúdo durante as disciplinas. O professor Fábio Scatolin também foi importante na discussão da dissertação ainda em sua fase inicial.

Meus pais, Solange e Reinaldo, e minha namorada, Silvana, contribuíram com carinho e apoio durante o mestrado e a eles gostaria de externar meu agradecimento e meu amor. Muito obrigado !

Vocês são magníficos !

No meu princípio está o meu fim
No meu fim está o meu princípio.

(...)

Não abandonaremos a exploração
E nosso objetivo ao realizá-la
Será atingir o lugar de onde partimos
E, pela primeira vez, conhecê-lo.

(...)

O tempo presente e o tempo passado
Estão ambos presentes no tempo futuro
E o tempo futuro contido no passado.

(Quatro Quartetos, T.S. Eliot)

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES	v
LISTA DE SIGLAS	vi
RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
INTRODUÇÃO	1
1. DESENVOLVIMENTO ENERGÉTICO SUSTENTÁVEL: É POSSÍVEL ?	4
1.1 O HOMEM E A ENERGIA – EXOSSOMÁTICA E ENDOSSOMÁTICA	4
1.2 O SURGIMENTO DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	13
1.3 A ENERGIA E O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	19
1.4 A VISÃO DA ECONOMIA ECOLÓGICA E OLHARES CRÍTICOS	24
1.5 BREVES CONSIDERAÇÕES OTIMISTAS	28
2. CONSUMO ENERGÉTICO E DINAMISMO ECONÔMICO RECENTE NO MUNDO, BRASIL E PARANÁ	29
2.1 A CONJUNTURA INTERNACIONAL E A ENERGIA	30
2.2 O BRASIL E A QUESTÃO ENERGÉTICA	37
2.3 PARANÁ – TRANSFORMAÇÃO PRODUTIVA E ENERGIA	44
2.3.1 Modernização Produtiva no Paraná	44
2.3.2 A Energia no Paraná no Contexto de Modernização Produtiva	49
2.4 BREVES CONSIDERAÇÕES	52
3. PERSPECTIVAS PARA O BALANÇO ENERGÉTICO PARANAENSE	53
3.1 SENSIBILIDADE HISTÓRICA DA DEMANDA DE ENERGIA NO PARANÁ	53
3.2 CENÁRIOS E METODOLOGIA PROSPECTIVA	60
3.2.1 Metodologia	60
3.2.2 Desenhando os Cenários	63
3.3 RESULTADOS PARA A MATRIZ ENERGÉTICA PARANAENSE	72
3.3.1 Resultados Para o Setor Residencial	72
3.3.2 Resultados Para o Setor Transportes	73
3.3.3 Resultados Para o Setor Industrial	77
3.3.4 Resultados Para Outros Setores	80
3.4 BREVES CONSIDERAÇÕES	82
4. ENERGIA E SUSTENTABILIDADE NO PARANÁ	84
4.1 INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE: PROPOSTAS E INSERÇÃO DA ENERGIA	84
4.2 CENÁRIOS PARA OS INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE ENERGÉTICA NO PARANÁ	89
4.3 A CONSTANTE BUSCA PELA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	95
4.4 VIABILIZAÇÃO DAS FONTES RENOVÁVEIS DE ENERGIA	99
4.5 BREVES CONSIDERAÇÕES	103
CONCLUSÕES	105
REFERÊNCIAS	108

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

GRÁFICO 1.1 – BALANÇO ENERGÉTICO MUNDIAL – 1973	12
GRÁFICO 1.2 – BALANÇO ENERGÉTICO MUNDIAL – 2000	12
QUADRO 1.1 – PRINCIPAIS PROBLEMAS AMBIENTAIS	20
GRÁFICO 2.1 - EVOLUÇÃO MENSAL PREÇO PETRÓLEO <i>WEST INTERMEDIATE TEXAS</i>	32
TABELA 2.1 – RESERVAS CONHECIDAS VERSUS RITMO DE CONSUMO	35
TABELA 3.1 – PREÇOS DE INSUMOS ENERGÉTICOS SELECIONADOS	60
TABELA 3.2 – PROJEÇÕES POPULACIONAIS E OUTRAS CARACTERÍSTICAS	66
TABELA 3.3 – CENÁRIO A – PARTICIPAÇÃO SETORIAL	68
TABELA 3.4 – CENÁRIO B – PARTICIPAÇÃO SETORIAL	68
TABELA 3.5 – EVOLUÇÃO DA FROTA VEICULAR PARANAENSE	70
TABELA 3.6 – CENÁRIOS A e B – CONSUMO PROJETADO PARA O SETOR RESIDENCIAL	73
TABELA 3.7 – PARTICIPAÇÃO RELATIVA DAS FONTES NO SETOR RESIDENCIAL	74
TABELA 3.8 – CENÁRIO A – CONSUMO PROJETADO PARA O SETOR TRANSPORTES	75
TABELA 3.9 – CENÁRIO B – CONSUMO PROJETADO PARA O SETOR TRANSPORTES	75
TABELA 3.10 – CENÁRIO A - PARTICIPAÇÃO PROJETADA DAS FONTES NO SETOR TRANSPORTE	76
TABELA 3.11 – CENÁRIO B – PARTICIPAÇÃO PROJETADA DAS FONTES NO SETOR TRANSPORTE	77
TABELA 3.12 – PROJEÇÃO DE CONSUMO DO SETOR INDUSTRIAL	78
TABELA 3.13 – PROJEÇÃO DA PARTICIPAÇÃO DAS FONTES ENERGÉTICAS – SETOR INDUSTRIAL - CENÁRIO A	79
TABELA 3.14 – PROJEÇÃO DA PARTICIPAÇÃO DAS FONTES ENERGÉTICAS – SETOR INDUSTRIAL - CENÁRIO B	80
TABELA 3.15 – CENÁRIO A - CONSUMO OUTROS SETORES	81
TABELA 3.16 – CENÁRIO B - CONSUMO OUTROS SETORES	82
GRÁFICO 4.1 – INTENSIDADE ENERGÉTICA PER CAPITA – CENÁRIOS A e B	90
GRÁFICO 4.2 – INTENSIDADE ENERGÉTICA DO PIB – CENÁRIO A e B	91
GRÁFICO 4.3 – PARTICIPAÇÃO DAS FONTES NO CONSUMO ENERGÉTICO FINAL – CENÁRIO A	93
GRÁFICO 4.4 – PARTICIPAÇÃO DAS FONTES NO CONSUMO ENERGÉTICO FINAL – CENÁRIO B	94

LISTAS DE SIGLAS

AIC – (Akaike Information Criteria) Critério de Informação de Akaike
ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica
APEC – Cooperação Econômica da Ásia e Pacífico
BADEP – Banco de Desenvolvimento do Estado do Paraná
BEN – Balaço Energético Nacional
BEP – Barril Equivalente de Petróleo
CEFET – Centro Federal de Tecnologia
CNPE – Conselho Nacional de Política Energética
CO₂ – Gás Carbônico
COPEL – Companhia Paranaense de Energia
DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito
FMI – Fundo Monetário Internacional
FNUAP – Fundo de População das Nações Unidas
GATT- Acordo Geral de Comércio e Tarifas
GJ – Giga-joules
GLP- Gás Liquefeito de Petróleo
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INDEC – Instituto Nacional de Estatística e Censos - Argentina
IPARDES – Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social
IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IUCN – União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais
Mbd – Milhões de Barris Diários
MEDEE – Modelo de Demanda em Energia
MERCOSUL – Mercado Comum do Sul
MMA – Ministério do Meio Ambiente
MME – Ministério das Minas e Energia
MST – Movimento dos Sem Terra
NAFTA – Acordo de Livre Comércio da América do Norte
OCDE – Organização para Cooperação e o Desenvolvimento Econômico
OMC – Organização Mundial do Comércio

ONU – Organização das Nações Unidas
OPEP – Organização dos Países Exportadores de Petróleo
PCHs – Pequenas Centrais Hidrelétricas
P & D – Pesquisa e Desenvolvimento
PD & D – Pesquisa, Desenvolvimento e Demonstração
PIB- Produto Interno Bruto
PNAD – Pesquisa Nacional por Amostra em Domicílios
PNB – Produto Nacional Bruto
PND – Plano Nacional de Desenvolvimento
PNUMA- Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PROINFA – Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica
TEP – Toneladas Equivalente de Petróleo
VAR – Vetores Auto Regressivos
UEL – Universidade Estadual de Londrina
UEM – Universidade Estadual de Maringá
UEPG – Universidade Estadual de Ponta Grossa
UFPR – Universidade Federal do Paraná
UNCTAD – Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento
UNDP – United Nations Development Population
Unioeste – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

RESUMO

A presente dissertação trata das perspectivas de sustentabilidade energética no estado do Paraná até 2023. Reconhecendo a importância do desenvolvimento sustentável e da energia no alcance da sustentabilidade, a dissertação recupera as origens do debate surgido na década de sessenta a respeito da incorporação dos problemas ambientais na teoria do desenvolvimento econômico, bem como destaca o papel do fornecimento energético nesta discussão. Na sequência, situa o leitor a respeito do atual estágio do desenvolvimento econômico mundial e do fornecimento energético nesse contexto. Os reflexos desta conjuntura internacional no contexto brasileiro e paranaense são apresentados, tendo em vista também a recente evolução econômica e institucional nacional. De posse dessas considerações são traçados cenários sócio-econômicos para o estado do Paraná, tendo como horizonte o ano de 2023. Tais cenários se constituem em ferramenta para aplicação da metodologia MEDEE, de onde se constrói tendências para o consumo energético no estado do Paraná para o período estabelecido. Os cenários construídos demonstram que o incentivo à eficiência energética e às fontes renováveis de energia, financeiros e regulatórios, devem ser priorizados no Paraná, sob risco de deterioração dos indicadores de desenvolvimento sustentável.

ABSTRACT

This dissertation analyses the perspectives of energy sustainability in the Parana state up to 2023. By stressing the importance of both the economy and the energy for the sustainability, this dissertation shows the beginning of debate, occurred in the 1960s, on the incorporation of environmental problems into the economic development theory and at the same time, it underlines the role played by the energy supply on that debate. The current stage of the world economic development and the also of the energy supply are presented in order to understand those impacts generated by the international circumstances on the Brazilian as well as on the Parana's context. These considerations are taken into account for building some socioeconomic scenarios for the Parana state, being those scenarios very important for pointing out, through the MEDEE methodology, several trends of the energy consumption in Parana for the 2007-2023 period. These built-scenarios make clear that financial and regulatory incentives to the energy efficiency and the sources for renewable energy should have priority in Parana under the risk of deterioration of the sustainable development indexes.

INTRODUÇÃO

O termo sustentabilidade tem estado em evidência com diferentes aplicações. Fala-se em crescimento sustentável, sustentabilidade social, sustentabilidade financeira e até em sustentabilidade política. Apesar de suas numerosas aplicações, o termo sustentabilidade tem um único emprego: permanência.

A sensação de permanência é uma característica particular humana, sobretudo porque se tornou a espécie dominante no planeta, alterando a paisagem e construindo os equipamentos necessários à sua vivência. Contraditoriamente, muitas das intervenções humanas na paisagem para atender as suas necessidades acabaram colocando-o na situação de ameaçar a sua própria permanência. Em busca de um desenvolvimento econômico sem precedentes, materializado através de uma tecnologia cada vez mais voltada para a acumulação econômica, a espécie humana ignorou que seu meio ambiente, a Terra, seu único lar viável até o momento, era demasiada sensível a qualquer alteração. Não se notou que as ações implicavam desequilibrar um tênue sistema, com ramificações e ligações sensíveis. Dessa maneira, o homem colocou em risco a permanência do seu lar, a Terra.

Foi na tentativa de superar problemas de sobrevivência e permanência que o *homo sapiens* percebeu que era necessária a caça em grupo, pois esta geraria resultados mais expressivos, e percebeu também que o fogo poderia ser seu aliado. O *homo sapiens* desde o seu alvorecer tinha necessidade de fontes de energia. Contudo, para obter tais fontes recorria, de forma inequívoca, ao mundo natural : ora um animal, ora um vegetal e por muitas vezes o fogo.

O uso de fontes energéticas reflete uma das mais importantes questões do desenvolvimento sustentável, aquele que atende as necessidades do presente sem comprometer o atendimento das necessidades das futuras gerações. Pelas opções energéticas que materializou o homem comprometeu uma parcela significativa do bem estar das populações em geral.

Em paralelo é possível verificar que as opções a respeito de fontes energéticas trazem problemas políticos e conflitos para a humanidade. Guerras, revoltas de populações e indefinições políticas são frequentemente resultados de opções de políticas energéticas. A lista de países que vivenciam problemas políticos derivados de opções energéticas é grande:

países do Oriente Médio, ex-repúblicas que formavam a União Soviética, Japão, Austrália, Estados Unidos, Venezuela, Bolívia e China, para ficar apenas com os mais afetados.

Esta dissertação portanto reconhece a importância do tema e trata de desenvolvimento sustentável, do ponto de vista energético. Concentrar-se-á numa região em ascensão econômica de um país em desenvolvimento, com enormes problemas sociais e ainda buscando afirmação no contexto mundial.

“Energia e Sustentabilidade no Paraná” tem como objetivo discutir as perspectivas de se alcançar um desenvolvimento energético sustentável no Estado do Paraná, tendo como horizonte o ano de 2023, levando-se em conta a dinâmica econômica da região e do país.

Para cumprir o objetivo o trabalho foi dividido nesta introdução, em quatro capítulos e uma conclusão. No primeiro capítulo serão apresentados o referencial teórico e o contexto que deram início ao reconhecimento da importância do meio ambiente como fator chave, incorporado às considerações do desenvolvimento econômico. Neste capítulo será descrito como a raça humana dominou e modificou as suas fontes de energia ao longo do tempo, de acordo com suas necessidades crescentes e como, ao longo deste processo, ignorou o mundo natural. O surgimento do desenvolvimento sustentável e o modo como está sendo destacado pela economia serão expostos no texto.

O segundo capítulo tem como objetivo apresentar um panorama geral do comportamento econômico mundial, brasileiro e paranaense nas duas últimas décadas e analisado vis-à-vis com o consumo energético e os eventos institucionais que afetaram este último. Haverá também a preocupação em caracterizar o comportamento dos indicadores de sustentabilidade ambiental para o setor energético e discutir os resultados à luz do processo de desenvolvimento econômico paranaense. A importância deste capítulo é situar o leitor sobre determinantes históricos e acontecimentos ainda em maturação, sem o que não se poderá partir para uma análise prospectiva a ser desenvolvida na sequência.

No terceiro capítulo, o Paraná passa a ser o centro da discussão. O cenário apresentado para a sócio-economia do Estado auxiliará na construção de tendências para o consumo energético da região até 2023. Como resultado, projeções e diferentes hipóteses são assumidas para que o leitor possa construir sua percepção dos rumos possíveis do consumo energético do Estado.

A opção por trabalhar com cenários surge para possibilitar o enriquecimento da discussão para o problema que se coloca, tendo em vista que a discussão qualitativa a ser feita fica enriquecida quando dispomos de cálculos exploratórios. A pretensão é construir cenários que possuam variáveis que tenham coerência entre si, tornando as variáveis instrumentos para o raciocínio a respeito das opções e soluções disponíveis. A metodologia MEDEE- Modelo de Demanda em Energia, será utilizada como ferramenta na análise dos cenários propostos.

No quarto e último capítulo, de posse dos cenários energéticos propostos até 2023 no Paraná, será avaliada a tendência que os indicadores recomendados para avaliar o grau de sustentabilidade, apresentam. Serão discutidas propostas e apuração de indicadores de sustentabilidade e os indicadores de sustentabilidade escolhidos serão avaliados tendo como perspectiva a construção do capítulo anterior, dentro de um contexto paranaense. Também serão discutidas as maneiras de melhorar a trajetória dos indicadores pelo lado da demanda, ou de outro modo maneiras de estimular a eficiência energética, e em paralelo serão discutidas as medidas pelo lado da oferta ou o aumento da participação das fontes renováveis, através de medidas de viabilidade econômica e/ou tecnológica.

Na conclusão as principais idéias e percepções serão ordenadas, tendo em vista a preocupação central do trabalho: explicitar as possibilidades de sustentabilidade energética no Paraná nos anos vindouros.

Capítulo 1 - Desenvolvimento Energético Sustentável : É possível ?

O *homo sapiens*, como resultado de bilhões de anos de evolução, está intrinsecamente ligado aos processos naturais e sujeito dessa maneira ao delicado equilíbrio das forças naturais, as quais em geral também resultam de bilhões de anos de ação das leis da química, física e biologia. Portanto, a permanência da raça humana e sua vida em pacífica ordem estão condicionadas pelas leis naturais e superação de problemas oriundos destas regras. Saliente-se que essa superação levou o homem a muitas descobertas e ao refinamento de técnicas ao longo dos milênios, especialmente no fornecimento energético.

Analisar-se-á o surgimento do conceito de desenvolvimento sustentável, que pretende responder a esta ansiedade, não apenas na questão energética, mas nas mais diversas áreas de atuação da humanidade e seus principais problemas, tanto de definição, bem como de aplicação. Na sequência será demonstrada a importância da energia para o desenvolvimento sustentável. Em paralelo, será discutido o modo como o conceito de desenvolvimento sustentável tem procurado ser avaliado e, em particular, como tem sido aplicado na questão energética. A argumentação crítica da denominada economia ecológica, que confronta a idéia de desenvolvimento sustentável incorporando as leis da física e particularmente o conceito de entropia, do mesmo modo será citada.

1.1 O HOMEM E A ENERGIA – EXOSSOMÁTICA E ENDOSSOMÁTICA

A primeira fonte energética do homem na sua evolução ainda está presente nos tempos atuais: são as proteínas e calorias que obtêm a partir do consumo de vegetais, carne e laticínios. Esta é caracteristicamente uma forma de obtenção de energia a partir de processos naturais e que têm uma cadeia longa de síntese, demonstrando o caráter dependente do homem frente à natureza. Essa longa relação fica explícita na formação do corpo humano, composto por cadeias carbônicas, sintetizadas em processos estelares anteriores à formação do sistema solar. Em seu mundo natural, o homem sintetiza, na cadeia alimentar, alimentos que se viabilizaram a partir da energia solar, através do processo fotossintético, e são consumidos pelo homem, através dos vegetais, ou em um lugar mais à frente na cadeia alimentar, através

do consumo da carne de outros animais . Ressalte-se que ao ocupar uma posição mais distante na cadeia alimentar em relação aos vegetais, o homem diminui a capacidade de absorção da energia originalmente contida naqueles, pois cada nível contido na cadeia alimentar fixa apenas parte da energia contida no nível anterior.

Essa energia vital às atividades humanas, como pensar, exercitar-se e trabalhar, ficou conhecida como a energia necessária ao funcionamento dos órgãos endossomáticos, pela definição de Lokta (1945). Tais órgãos, naturais ao homem e sujeitos à evolução deste enquanto espécie, se contrapõe aos chamados órgãos exossomáticos, não naturais e com os quais o homem complementa suas funções e que estão sujeitos à evolução técnica. É precisamente a capacidade de criar esses órgãos exossomáticos, ou ferramentas, que distingue a espécie humana das demais espécies deste planeta, e permite o domínio da biosfera. Todavia, para por em marcha tais ferramentas o homem necessita de suprimentos energéticos em maior quantidade do que necessitaria em sua forma primitiva.

Em grande parte de sua história o homem utilizou sua própria energia ou aquela proporcionada pelos animais, seja para conduzir as ferramentas agrícolas no campo ou ainda para navegar por rios e mares, e o fogo, para aquecer o lar, cozinhar os alimentos e iluminar o caminho. Realizações das mais grandiosas da humanidade, tais como cidades e monumentos antigos, foram feitas com base nesses tipos de energia. Os escravos da civilização egípcia forneciam, por exemplo, a energia necessária à construção das pirâmides, estabelecendo assim a ligação entre sistemas sociais e formas de apropriação da energia.

Em paralelo, o homem utilizar-se-ia de outras formas de energia para uma atividade em particular: o transporte. Esta atividade permitia realizar comércio, contato entre culturas e expandir a área de influência das cidades e civilizações. Neste aspecto, a energia proporcionada pelo vento e pelas águas foi um impulso importante. Ao dominar o movimento das correntezas, o homem conseguiu ir além de seu próprio continente e descobrir terras prometedoras em outros cantos do mundo e ele, ao utilizar-se do vento, poupou sua própria energia em momentos favoráveis durante suas navegações. É evidente a importância que tal solução técnica teve no decorrer da história da humanidade: o comércio foi ampliado, as populações se espalharam e novos contatos culturais foram estabelecidos.

Estabelecido esse paradigma inicial de consumo energético, que perduraria durante o auge do Império Grego e Romano, a inovação seguinte no campo energético foi a concepção de moinhos baseados em três tipos de força : animal (cavalo e mula), humano e hidráulico. Debier, Deleage e Hemery (1986) atribuem à demora no surgimento dos moinhos, ou da força mecânica ao sistema servil, que através da escravidão canalizou as necessidades energéticas da sociedade.

Na China, por outro lado, apesar da ausência do sistema escravagista o par conversor humano / conversor cereal manteve-se por um longo período como a base da sociedade, embora outras energias, mecânicas inclusive, fossem utilizadas, encorajadas por um processo de proto industrialização que não avançou significativamente, em que pese inovações técnicas pioneiras em relação à Europa. Portanto, embora conhecessem energias que possibilitassem um resultado mais expressivo no consumo, os chineses até o século 20 conseguiram manter a base do seu sistema no par conversor humano / conversor cereal, optando assim por serem uma sociedade primordialmente agrária. Ressalte-se que esse sistema energético baseado no conversor cereal foi capaz de garantir suprimentos necessários para sustentar a expansão da população chinesa durante dez séculos. O sistema mostrou sistemas de estrangulamento justamente quando as fronteiras agrícolas já não mais encontravam terras disponíveis e os ganhos de produtividade exauriram-se.

Na Europa, ao contrário, o sistema de comércio entre as cidades, renascente após a Idade Média, serviu de estímulo para uma produtividade manufatureira crescente, objetivando apropriar-se de uma parcela de lucro crescente. O crescimento da produção de alimentos é notável sobretudo pelo uso de moinhos, notadamente hidráulicos.. Na Europa, com o nascimento de uma mecanicidade crescente na produção a energia acabaria por ser transformada de forma permanente. O uso mais intensivo de suprimentos energéticos acabaria sendo essencial para o bom andamento do processo inicial de industrialização e na sua fase inicial a lenha seria o paradigma energético para o processo que se acelerava constantemente. Neste sentido, o uso intensivo da lenha, sendo que na altura do século 15 grandes extensões de florestas já estavam consideravelmente degradadas, dada à exploração da lenha como suprimento energético, situação esta agravada no século seguinte pela expansão demográfica. Assim já em seu nascedouro o novo sistema de produção, que fazia uso intensivo dos recursos

mecânicos e portanto também dos recursos energéticos, mostrava sua voracidade por recursos naturais, demonstrando uma tendência inicial a se incompatibilizar com os processos ecológicos que permanece de difícil solução até o momento atual.

No entanto, a Europa ainda vivia um problema no que diz respeito ao transporte dos suprimentos energéticos para as cidades em fase de crescimento, pois não fosse a facilidade de um rio no interior do continente, ou a cidade estar localizada em área próxima ao oceano ou mar Mediterrâneo, os custos de transporte representariam uma parcela significativa do custo de produção. Com o esgotamento das florestas inglesas a lenha deixava de ser um recurso abundante e seu custo era crescente pela sua raridade, sendo notado à época a rápida evolução de seu preço¹.

Essa transformação marcou profundamente o uso energético da humanidade : a sociedade passa a utilizar predominantemente recursos fósseis e não-renováveis, ao contrário do momento anterior quando predominavam recursos renováveis, com os suprimentos orgânicos, hidráulicos ou eólicos. Não por coincidência, como vimos, é nesse momento que o sistema econômico se altera e surge o *homo economicus*, que do ponto de vista de um desenvolvimento econômico sustentável, ou harmonioso com o meio-ambiente, surge como um problema concreto desde o seu início, mas percebido recentemente.

Nas palavras de Heilbroner (1996, p.39) :

“Uma nova idéia começou a tomar corpo : homem econômico ...
... O problema da sobrevivência não seria resolvido por costumes nem por imposição, mas pela ação livre, com finalidade de lucro, de homens que tinham em comum entre si apenas o mercado. O sistema iria chamar-se capitalismo.”

Na era dos combustíveis fósseis, surgidos como vimos com o capitalismo, os suprimentos energéticos variarão com o tempo, transitando sucessivamente de uma predominância da lenha para uma predominância do carvão mineral e posteriormente uma adoção em larga escala do petróleo. Essas mudanças foram impulsionadas por motivos distintos, mas almejavam objetivos iguais : intensificar o suprimento energético, criando condições para uma maior apropriação da parcela de lucro.

A mudança de paradigma energético da lenha para o carvão mineral foi justificada em grande medida pela escassez da primeira, que como vimos, refletiu em preços mais altos. O carvão mineral então surgiu de maneira natural, em primeiro lugar por ser um recurso ao qual haviam sido criadas as condições técnicas de aproveitamento, e mais importante, seria um substituto eficaz da lenha, visto que possuía maior densidade energética e sobretudo, incorporava vantagens econômicas, que permitiriam redução de custos. O carvão mineral, além disso, também trazia embutido um ganho adicional, qual seja, o custo de transporte era inferior, acumulando assim vantagens múltiplas sobre a lenha. Evidente que a solução técnica disponível para o uso do carvão mineral, a máquina a vapor, direcionou o aproveitamento do recurso energético e da própria economia capitalista. Nas palavras de Mantoux (1927, p. 344-345. Apud Hunt (1982), p.62) :

“Com este novo e importante acontecimento – a invenção do motor a vapor – iniciou-se o estágio final e mais decisivo da Revolução Industrial. Libertando-a de seus últimos grilhões, o vapor permitiu o enorme e rápido desenvolvimento da indústria em larga escala. Isto porque o uso do vapor não dependia, como o uso da água, da localização geográfica das fábricas e dos recursos locais. Sempre que pudesse comprar carvão a preço razoável, poder-se-ia construir um motor a vapor. A Inglaterra tinha muito carvão e, no fim do século XVIII, ele já vinha sendo aplicado com muitas finalidades diferentes, ao mesmo tempo em que uma rede hidroviária construída para este fim permitia que ele fosse transportado por toda parte, a baixo custo; todo o país se transformou numa terra privilegiada, adaptado, mais que os outros, ao crescimento da indústria. As fábricas não estavam mais presas aos vales, onde tinham aparecido, solitárias, ao lado de rápidas correntes de água. Passou a ser possível trazê-las para mais perto dos mercados, onde eram compradas suas matérias-primas e onde eram vendidos seus produtos finais, e para mais perto dos centros populacionais, onde se recrutava a mão de obra. As fábricas se multiplicaram próximo uma das outras e, amontoadas, deram origem às grandes e escuras cidades industriais, que o motor a vapor cercava com uma perpétua cortina de fumaça”.

¹ Conforme Debier, Deleage e Hemery (1986). *Uma história da Energia*. Brasília : Ed. UnB. pp. 150.

A adoção, portanto, do carvão mineral intensificou-se e o sistema industrial inglês tirou grande vantagem, consolidando sua posição de liderança econômica. Até o início da Primeira Guerra Mundial em 1914, somente países como Alemanha e Estados Unidos aproximaram-se da Inglaterra em termos industriais, usando em larga escala seus recursos carboníferos².

Contudo, a eclosão da Primeira Guerra Mundial³ e os problemas originários da política européia que acabaram culminando no início da Segunda Guerra Mundial terminaram por influenciar na estrutura econômica mundial⁴. Ao final dos conflitos a Europa e Ásia estavam com suas estruturas produtivas arrasadas, praticamente tendo apenas o capital humano como fator de produção, sendo que este também havia sido consumido em milhões durante os combates. Nesse contexto os Estados Unidos surgiram como principal economia e a recuperação da Europa foi financiada com capitais americanos, estabelecendo um padrão tecnológico para os países sob área de influência americana. Essa tecnologia difundiu-se pelo mundo estabelecendo assim a denominada “era do petróleo” fundamentada sobretudo no padrão tecnológico difundido pelos americanos. Mas ao mesmo tempo a União Soviética também, nos países sob sua esfera de influência, preocupou-se em difundir uma tecnologia associada ao petróleo⁵, caracterizando assim uma ascensão do petróleo marcante em meados do século 20.

A chamada “era do petróleo” foi inicialmente marcada por um contínuo crescimento econômico, também reconhecido como era de ouro do capitalismo, fruto da recuperação da grande depreciação de estoque físico ocorrida durante as guerras mundiais e da grande inversão de capitais, sobretudo americanos, na Europa e Japão. Colaborou imensamente para isto o comportamento sem volatilidade e em níveis baixos do preço dos recursos energéticos, notadamente petróleo. Embora a sensação fosse a contrária, tal estado de coisas não seria permanente e a humanidade ainda encontrava-se longe de obter um moto-contínuo

² E utilizando também receitas parecidas no que diz respeito à política econômica.

³ Uma interpretação corrente para a eclosão do conflito é a disputa colonial. Tal disputa centra-se em domínio sobre mercados, mas também reflete o interesse das potências européias na extração de matérias primas nas colônias.

⁴ Hobsbawm em *A era dos Extremos*, capítulo primeiro, fala numa única guerra entremeada por 21 anos de trégua.

para o crescimento econômico. As razões para o esgotamento do ciclo de crescimento econômico mundial contínuo são discutidas e não há um fator único apontado como central. Entretanto, a organização dos principais países produtores de petróleo em torno de um cartel e o estabelecimento de políticas de preços para o produto determinaram um choque importante para a economia mundial e os países centrais foram afetados intensamente.

Paralelamente à crise dos preços, inicialmente ocorrida em dezembro de 1973, outras percepções emergiam tanto no que diz respeito ao uso dos recursos naturais, quanto sobre o desenvolvimento econômico. Destacando em primeiro lugar a nova percepção sobre o uso dos recursos naturais, as principais nações da economia mundial deram-se conta do risco que representava seu ritmo de crescimento econômico e a finitude dos recursos energéticos, além dos riscos que representavam certas opções energéticas para a ecossfera. Ao mesmo tempo, o conceito de desenvolvimento econômico deixava de ser entendido como sinônimo de crescimento econômico e ampliava seu instrumental para as condições de vida da população, preocupando-se com distribuição da renda e acesso a bens necessários.

E.F Schumacher (1983) mostra diversos cálculos que denominou de exploratórios⁶ onde alerta para o risco do esgotamento das fontes petrolíferas, onde procurava destacar a necessidade de o suprimento energético ser diversificado em benefício de outras fontes de combustível. Na mesma obra, Schumacher (1983, p.127)⁷ alerta para riscos das opções energéticas como a energia nuclear e atesta que as escolhas tecnológicas devem privilegiar “soluções silenciosas de baixa energia, elegantes e econômicas aplicadas à natureza em vez das soluções das ciências atuais, ruidosas, de alta energia, brutais, perdulárias e disformes.”. Essa preocupação com as externalidades negativas produzidas pelo uso de recursos fósseis nas tecnologias disponíveis vem ao encontro com a outra preocupação, crescente, sobre a qualidade de vida.

Os primeiros teóricos do desenvolvimento econômico associavam este somente ao conceito de crescimento do produto, ignorando a forma como este produto era distribuído

⁵ No início do século 20, a Rússia consumia mais petróleo que os Estados Unidos, em que pese a maior industrialização deste na época. Ver Martin (1989). *A economia Mundial da Energia*. São Paulo : Ed. Unesp.

⁶ Disponíveis em Schumacher (1983, p.111). Os cálculos mostraram-se pessimistas em demasia, porém seu conceito permanece válido até os dias atuais.

⁷ Como presidente da Junta Nacional do Carvão na Grã Bretanha, Schumacher possuía especial interesse sobre assuntos energéticos.

entre a população, ignorando a dilapidação dos recursos naturais e ignorando a qualidade de vida em geral. Portanto, a revisão dos conceitos de desenvolvimento econômico foi ao encontro às incertezas produzidas pelo uso intensivo de recursos fósseis como fontes de energia e suas externalidades negativas, notadamente poluição e exploração dos recursos naturais. A esse respeito vale notar que embora os problemas relacionados à energia se avolumem a participação dos recursos fósseis ainda continue expressiva no balanço energético mundial a sua redução, nos trinta anos decorridos desde a primeira crise dos preços petrolíferos, foi compensada pelo aumento da participação da energia nuclear, outra fonte energética com consequências sobre o meio ambiente, na medida em que são produzidos resíduos radioativos que permanecem por milênios. Nos gráficos 1.1 e 1.2 ilustra-se essa substituição ao longo das últimas décadas. A queda da participação de petróleo nos usos energéticos finais foi compensada em parte pelo crescimento da participação do gás, parte pela energia nuclear. Contudo, a participação da energia nuclear deixou de ser ínfima para representar 6,8% no ano 2000, ao passo que o gás já se encontrava difundido em 1973.

Gráfico 1.1 – Balanço Energético Mundial – 1973
Participação Relativa das Fontes (%) - Usos Finais

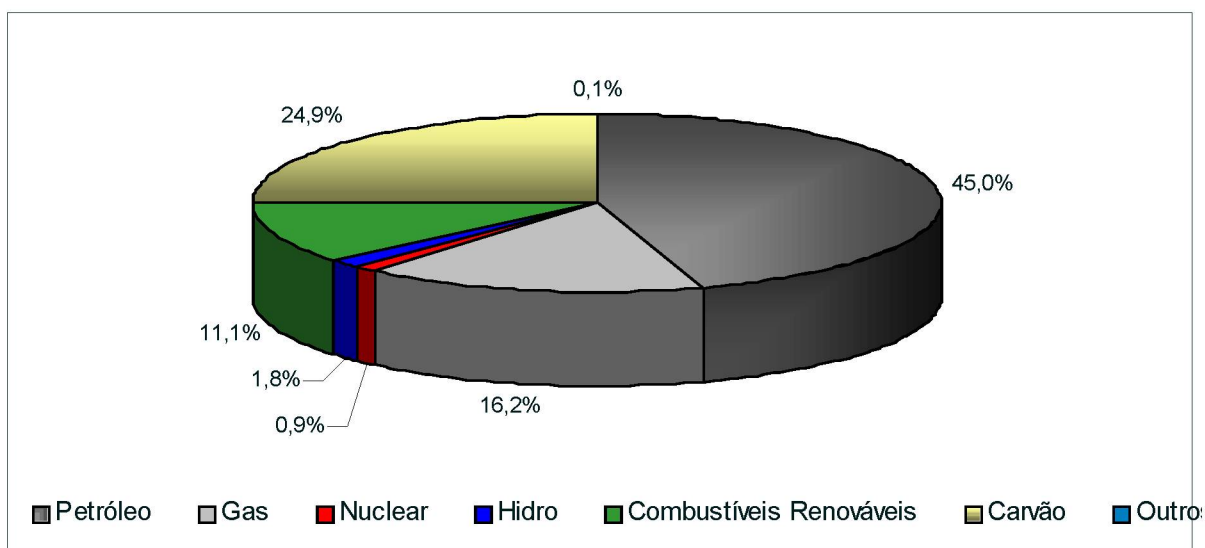
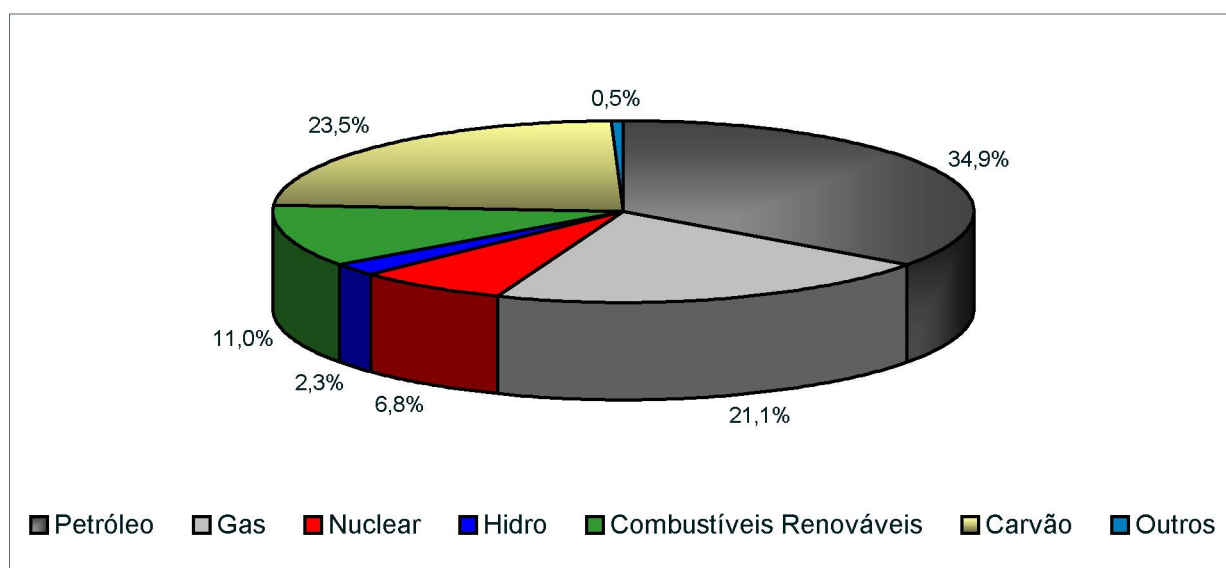


Gráfico 1.2 – Balanço Energético Mundial – 2000
Participação Relativa das Fontes (%) - Uso Finais



1.2 O SURGIMENTO DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

A energia não foi o único tema que gerou debates acerca das externalidades produzidas pelo crescimento econômico. Outros campos do desenvolvimento também se preocuparam com externalidades do crescimento econômico, tais como agricultura, indústria, demografia, urbanismo, etc. Chegou-se enfim à percepção de que poderia haver um limite para o crescimento econômico, dado principalmente pelos recursos naturais e/ou consequências das atividades humanas sobre o ambiente. Estava assim amadurecido o caminho para uma nova conceituação de desenvolvimento econômico, que diferia das proposições dadas por pioneiros nessa discussão como Arthur Lewis (1955) na medida em que não considerava o desenvolvimento econômico somente como sinônimo de crescimento econômico, mas sim também como resultado das condições gerais de vida da população, o que costuma ser denominado de qualidade de vida, e das condições gerais do ambiente.

A discussão que leva ao amadurecimento definitivo da terminologia e conceito de desenvolvimento sustentável inicia-se no ano de 1962 com a publicação de “Silent Spring”⁸, de Rachel Carson. Nesta publicação, Carson cita uma série de efeitos sobre o ambiente provocados pelo uso indiscriminado de produtos químicos na cadeia produtiva agrícola e industrial, sendo um dos efeitos mais danosos a acumulação de resíduos tóxicos nos organismos vivos expostos aos produtos que utilizam pesticidas. Ela constata que várias espécies apresentam frequências crescentes de males cancerígenos, com impacto direto nas comunidades humanas, que muitas vezes se alimentam desses animais e têm sua economia baseada no extrativismo animal, tal como no caso da pesca. Ainda durante a gestão de John F. Kennedy à frente da presidência dos Estados Unidos o trabalho serviu de base para a confecção de uma série de regulamentos coibindo o uso de agrotóxicos, bem como de proteção das águas e do ar contra a poluição⁹. Na conclusão de seu livro, há uma manifesta esperança de que a sociedade consiga conciliar estilo de desenvolvimento e preservação ambiental.

⁸ O texto de Rachel Carson (1907- 1964) inaugura, para muitos, o movimento ecologista

Vários especialistas, ao avaliarem o impacto do trabalho de Carson 25 anos depois¹⁰, reconheceram que a obra perpassa uma série de atividades humanas, desde a educação até a economia, passando pelo arcabouço legal com a ampliação do trabalho da EPA (*Environmental Protection Agency*) nos Estados Unidos com agente regulador das atividades nocivas ao meio ambiente. Gustave K. Kohn, nesta mesma obra (p. 159-174), reconhece, por outro lado, que a indústria química ampliou a sua participação na agricultura resultando no aumento da produtividade, chamando atenção contudo para as externalidades geradas para o solo, destacando o esforço de pesquisa e desenvolvimento das indústrias químicas para mitigar os efeitos dos pesticidas agrícolas e diminuir o tempo de permanência na cadeia alimentar desses alimentos. Ele chamou a atenção para o conflito de valores entre preservação ambiental e ganho de produtividade citando como exemplo os pesticidas e a energia nuclear, concluindo que uma regulação com resultados efetivos e controles razoáveis, em paralelo a um esforço responsável da ciência e tecnologia, teria como resultado o aumento da produtividade e da preservação ambiental caminhando juntas. Ou seja, o chamado conclusivo de Carson a respeito da conciliação entre meio ambiente e desenvolvimento ainda está presente.

A seqüência do debate se dá durante os anos 60 com a recuperação de teses malthusianas a respeito da difícil conciliação entre recursos escassos e crescentes necessidades humanas, já que o século XX foi caracterizado por crescimento populacional exponencial. O denominado Clube de Roma, criado em 1968, foi o primeiro a incentivar o debate neste sentido reunindo um círculo restrito de personalidades sob liderança do economista e empresário Aurélio Peccei. Estavam preocupadas sobretudo com os rumos futuros da sociedade, mantida as bases do crescimento econômico que se observavam naquele momento da história. As percepções derivadas das reuniões do Clube de Roma culminaram com o estudo *The Limits to Growth*, elaborado pelo casal Donella e Dennis Meadows, com o patrocínio do Clube de Roma, e publicado em 1972.

Meadows & Meadows (1972) preocuparam-se em elaborar cenários para cinco variáveis relevantes : dinâmica populacional, industrialização, recursos não-renováveis,

⁹ As ações do governo Kennedy (1961-1963) provavelmente foram as primeiras no campo institucional efetuadas por um país desenvolvido após o encerramento da Segunda Guerra Mundial.

consumo de calorias por pessoa e meio ambiente. Possuíam uma visão pessimista a respeito da manutenção do ritmo de crescimento econômico e delimitavam o prazo de 100 anos para que o crescimento se esgotasse naqueles moldes. O colapso do sistema econômico seria principalmente acarretado pelos problemas ambientais e sociais crescentes e em grande parte ignorados pelo sistema econômico. Essa era uma percepção contida na motivação da fundação do Clube de Roma e naturalmente permearia o relatório do casal Meadows. Utilizando-se de técnicas computacionais, recém desenvolvidas, os cenários elaborados causaram espanto e um tom alarmista na sociedade, mas as expectativas de crescente degradação ambiental, má nutrição em expansão e dilapidação dos recursos naturais somados a uma crescente população, possuíam limitações. As limitações estavam principalmente na ausência de considerações a respeito de evolução técnica, aperfeiçoamentos sociais, reformas políticas e criação de mecanismos econômicos. Outra limitação importante era admitir uma hipótese para a elaboração dos cenários, um mundo sem diferenças regionais, ou seja agregando os dados de regiões com realidades distintas em todos os aspectos considerados, como Estados Unidos e Índia, por exemplo.

Apesar das limitações, o trabalho de Meadows & Meadows trouxe importantes considerações para debate, uma vez que advogavam o congelamento do produto econômico e do número total da população como solução. Porém, essa defesa do crescimento zero não significava uma estagnação do desenvolvimento econômico, já que este ainda poderia ocorrer independente da ocorrência do crescimento do produto, por exemplo através da conservação do ambiente ou ainda do crescimento do consumo nutricional.

Outro autor que destacou com muita propriedade os limites para o crescimento econômico foi Schumacher, que no seu livro “O negócio é ser pequeno”, publicado originalmente em inglês em 1973, desenvolveu um argumento que o leva a reivindicar o relançamento da produção e do próprio pensamento econômico sob novas bases. Para este autor, mais importante que a taxa de crescimento do produto, é a orientação do desenvolvimento para a realização das potencialidades humanas, sendo importante para tal um meio ambiente conservado, uma nova concepção gerencial e uma tecnologia limpa e acessível para todos os que desejassem produzir.

¹⁰ *Silent Spring Revisited* (1987).

Consolidou-se assim o debate em torno de um novo modelo de desenvolvimento que explorasse o lado qualitativo do desenvolvimento econômico, mais do que o quantitativo. Contribuiu para a consolidação do debate a Conferência sobre Meio Ambiente realizada em 1972 em Estocolmo e o lançamento da terminologia ecodesenvolvimento por Maurice Strong, durante a realização do primeiro encontro do Conselho Administrativo do Programa das Nações Unidas. Sachs (1986) apontou algumas características do ecodesenvolvimento: guiar-se pela lógica das necessidades, estar aberto à mudança institucional e esforçar-se em promover a simbiose entre as sociedades humanas e a natureza. Na sequência, dois documentos contribuiriam para aprofundar a nova concepção: o primeiro data de 1974 e atende por “Declaração de Cocoyok”, elaborada a partir de uma reunião conjunta da UNCTAD¹¹ e da PNUMA¹², e destacava algumas novidades em relação às percepções anteriores. A primeira delas foi a de que explosão populacional e a destruição ambiental estariam diretamente ligadas a falta de recursos materiais e a pobreza, sendo portanto predominantes na África, América Latina e Ásia e a segunda foi a de que os países industrializados detinham parcela de culpa na medida em que o nível de consumo observado nestes era exagerado e se apoiava no subdesenvolvimento daquelas áreas. Em 1975, um relatório promovido pela Fundação Dag Hammarskjöld destacou as mesmas visões do Relatório Cocoyok mostrando que a marginalização de populações e seu acesso aos solos férteis em países africanos levou a uma destruição ambiental sem precedentes. A marginalização dessas populações, de acordo com o relatório, era resultado em grande medida do sistema colonial (Lopes, 1999).

Claro que tais argumentos foram rechaçados pela corrente neoclássica do pensamento econômico, sobretudo por Solow (1974), que argumentava que a evolução tecnológica permitiria que o crescimento continuasse sem encontrar barreiras impeditivas. Também contestava a possibilidade de crescimento zero, uma vez que este resultaria na estagnação de condições presentes, com determinados grupos/países privilegiados, mantendo-se o *status quo* econômico, social e político. Segundo Nobre (2001, p. 35):

¹¹ Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento.

¹² Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente.

“o nó não estava apenas na disputa acerca do conceito empregado de “desenvolvimento” mas também naquele “alto grau de agregação dos dados” do Relatório do Clube de Roma, que, na verdade escondia o conflito Norte-Sul, seus pressupostos e implicações. Dessa constatação surgiram, de um lado, a Declaração Cocoyok (1974) e o Relatório da Fundação Dag-Hammarskjöld (1975), e, de outro, o conceito de “ecodesenvolvimento”(1973 em diante).”

Ao longo da década de setenta, o Clube de Roma permaneceu atualizando e rebatendo críticas ao trabalho de Meadows & Meadows (1972). Porém em 1980 a *Intenational Union for Conservation of Nature and Natural Resources* (IUCN), publica o *World Conservation Strategy*, cujos méritos residem em divulgar com maior intensidade a busca por um desenvolvimento sustentável, mas sem qualquer vínculo com fatos políticos concretos. A constatação desta fragilidade é que estimularia a formação da Comissão Brutland, que objetivou incorporar as políticas de estado na plataforma ambiental e ecológica.

A publicação de “Nosso Futuro Comum”, em 1987, também denominado de Relatório Brutland, foi o ápice da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. A idéia central do relatório era de que o crescimento econômico era possível de ser conduzido sem prejuízo dos recursos naturais. A harmonização das duas variáveis se daria num contexto onde a renovação dos recursos naturais não ultrapassasse a depreciação destes. O relatório, portanto, desenvolveu o conceito de “desenvolvimento sustentável”, que em essência concilia as necessidades materiais da geração presente, diga-se de passagem sempre crescentes, com a obrigação de viabilizar as necessidades das futuras gerações.

O relatório Brutland teve grande repercussão, uma vez que ao longo dos anos 80, período em que o relatório foi produzido, desastres ambientais e os alertas de mudanças climáticas proliferaram. Contudo, o relatório para muitos soou como uma constelação de generalidades e de cunho essencialmente político na medida em que dava espaço aos ambientalistas, mas mantinha foco no crescimento econômico ou, em outros termos, nas

necessidades materiais, embora o próprio relatório levasse em conta as necessidades materiais das nações pobres.

As Nações Unidas realizaram um tremendo esforço para viabilizar o conceito principal de desenvolvimento sustentável, que culminou na cúpula Rio 92 com a presença de centenas de chefes de Estado e Governo. Esta conferência trouxe as discussões a respeito de meio-ambiente para o centro de políticas internacionais e nacionais, sistematizada no documento Agenda 21. Entretanto, verificou-se na seqüência o quanto o conceito de desenvolvimento sustentável sofria com sua generalização e sua implementação esbarrou não apenas em *lobbies* contrários, mas na aplicabilidade dos conceitos contidos na Agenda 21.

Uma questão fundamental com a qual não se chegou a um acordo era a que envolvia o financiamento dos programas de conservação, ou seja com quem ficaria a conta da preservação, sendo esse um dos principais aspectos em que os diferentes blocos de países tiveram posições antagônicas. Indo além da simples questão de quem arca com os custos, não se chegou a uma definição sobre a coordenação dos recursos. A Rio 92 evidenciou que incorporar plenamente a sustentabilidade nas agendas políticas internacionais não era algo simples, sendo as resistências enormes. Pode-se até mesmo dizer que ela permanece em aberto, uma vez que as questões sobre financiamento e coordenação dos recursos para implementação da Agenda 21 ainda não foram plenamente resolvidas a contento.

Contudo, embora a faceta política da implementação dessa agenda ainda não tenha sido conciliada no nível internacional, desde então vários governos e grupos da sociedade deram demonstrações, no âmbito nacional e local, que trabalham com afínco pela implementação da Agenda 21. Um dos exemplos desse esforço está na construção de mecanismos de avaliação da situação em que se encontra a sustentabilidade de um determinado espaço. Regra geral, esse esforço conduz a implementação de indicadores para tornar tangível o grau de sustentabilidade do espaço econômico.

A mais conhecida e difundida proposta de indicadores de sustentabilidade foi também patrocinada pelas Nações Unidas e publicada pela Comissão para o Desenvolvimento Sustentável, em 1996, sob o título de *“Indicators of Sustainable Development Framework and Methodologies”*, que também foi reconhecido como Livro

Azul, tendo 134 indicadores propostos. Dentro da proposta final, adotada em 2001, há 57 indicadores que contemplam os mais variados aspectos do desenvolvimento sustentável sendo que três indicadores, especificamente sobre energia, são adotados nesta dissertação: consumo de energia per capita, intensidade energética do PIB e participação das fontes renováveis na matriz energética.

1.3 A ENERGIA E O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

A relação entre o desenvolvimento sustentável e a energia foi contemplada em Nosso Futuro Comum, que dedicou um capítulo para o tema. Os grandes problemas ambientais têm íntima relação com o uso energético, daí a preocupação da Comissão Brutland em inserir a temática dentro do relatório, posto que o objetivo era o de sensibilizar as autoridades nacionais para a questão¹³. O quadro 1.1, na sequência, mostra não só a relação entre os principais problemas ambientais e a sua origem, como também os grupos sociais mais prejudicados por esses problemas.

Como é possível notar, a energia está presente como causa direta do problema em sete dos nove problemas, e em mais um de forma indireta (camada de ozônio). Também chama a atenção que os problemas ambientais, regra geral, não distinguem classe social e poder aquisitivo.

¹³ O presidente do grupo temático de energia na comissão Brutland foi Enrique Iglesias, hoje ocupando o cargo de presidente do Banco Interamericano de Desenvolvimento.

Quadro 1.1 – Principais Problemas Ambientais

Problema Ambiental	Principal Fonte do Problema	Principal grupo social afetado
Poluição urbana do ar	Energia (indústria e transporte)	População Urbana
Poluição do ar em ambientes fechados	Energia (cozinhar)	Pobres na zona rural
Chuva Ácida	Energia (queima de combustível fóssil)	Todos
Diminuição da camada de ozônio	Indústria	Todos
Aquecimento por efeito estufa e mudança do clima	Energia (queima de combustível fóssil)	Todos
Disponibilidade e qualidade da água doce	Aumento populacional, agricultura	Todos
Degradação costeira e marinha	Transporte e Energia	Todos
Desmatamento e Desertificação	Aumento populacional, agricultura e energia	Pobres Rurais
Resíduos Tóxicos, químicos e perigosos.	Indústria e Energia Nuclear	Todos

Fonte: Goldemberg (1998, p. 62)

O grupo responsável pela temática energia na Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (1991) priorizou, sobretudo, o consumo de combustíveis fósseis, destacando a poluição do ar e suas consequências, contrapondo a isso o fato dos combustíveis renováveis serem pouco explorados. Em paralelo, também foram citados os riscos da energia nuclear e os ganhos derivados da obtenção de um ganho de rendimento energético.

A Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (1991) reconheceu, na sua conclusão do capítulo destinado à energia, que muito da solução está intimamente ligada a adoção de uma matriz energética limpa e renovável e também às condições de preço e tarifação envolvidas, principalmente no que diz respeito a estabilidade da oferta. Contudo, o grupo temático de energia observou esta situação como um paliativo, uma vez que contribuiria para aliviar a pressão sobre a oferta das fontes de energia tradicionais, já que estes ainda seriam necessários no processo de desenvolvimento econômico dos países emergentes¹⁴. Com isto adotou-se um meio termo, pois as fontes tradicionais fósseis de energia são reconhecidas como prejudiciais ao meio ambiente, embora ainda sejam necessárias. Saliente-se que este meio termo é a marca do Relatório Brutland e está expresso inclusive na própria definição de desenvolvimento sustentável: “aquele que atende às necessidades presentes sem comprometer a possibilidade das gerações futuras atenderem a suas próprias necessidades” (Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, 1991, p.46).

Como lembra Schmidheiny (1992), a obtenção de um desenvolvimento sustentável energético tem três sustentáculos : um permanente ganho de eficiência no uso do recurso energético, uma participação maior de fontes na matriz energética que garantam um horizonte de sustentabilidade e um uso crescente das potencialidades locais aliada a uma nova política de preços e concessão de subsídios, com uma acentuada preocupação de longo prazo, nos países em desenvolvimento. Esses três pilares devem ser planejados conjuntamente, embora a eficiência energética possa apresentar retornos rápidos, mitigando problemas mais emergenciais e permitindo que seja possível continuar as ações em relação aos outros objetivos.

Os padrões de consumo são decisivos no estabelecimento ou não de uma maior ou menor sustentabilidade energética. Goldemberg (1998) mostra a importância desse fator pelas pequenas mudanças de hábito que os indivíduos podem tornar viáveis, como por exemplo revezar o uso do carro entre vizinhos e colegas para ir ao trabalho. Neste sentido, ele sublinha que atitudes simples e idéias criativas podem contribuir bastante para uma

¹⁴ Demonstra em paralelo a dicotomia Norte-Sul, basicamente o mesmo que dizer uma dicotomia países desenvolvidos e países em desenvolvimento, sempre presente em questões ambientais e de desenvolvimento

melhor eficiência do planejamento urbano e de transporte público. De fato, Cohen (2003) acrescenta a organização espacial e urbana como um dos fatores que contribuem para a ineficiência energética. Isto faz sentido levando-se em conta que as pessoas necessitam de transporte para estarem inseridas no espaço econômico completo da urbe. Ao mesmo tempo, necessidades de iluminação de ruas e de divulgação de produtos através do uso de “luminosos” acabam por sugerir que a parcela populacional nas cidades, bem como sua densidade territorial, pode ser um fator que contribua para necessidades energéticas crescentes. Conseqüentemente, a eficiência do transporte coletivo e a eficiência energética do sistema de iluminação pública assumem papel de destaque no processo de sustentabilidade energética.

A ONU, com o propósito de tornar o desenvolvimento sustentável tangível, concebeu vários indicadores de sustentabilidade, alguns deles relativos à energia, que poderiam auxiliar as políticas públicas e privadas. Especificamente, no caso da energia foram estabelecidos como relevantes o consumo final de energia per capita, o consumo final de energia por unidade de produto, e por fim, a participação de fontes renováveis na oferta de energia.

A justificativa para a inclusão do Consumo Final de Energia Per Capita e do Consumo de Energia por Unidade de Produto, é baseada principalmente no argumento de que o consumo nos países em desenvolvimento situa-se na sexta parte daquele verificado nos países desenvolvidos. A simples reprodução do mesmo modelo de desenvolvimento não apenas seria temerária como insustentável. Deste modo, cabe aos países em desenvolvimento lograr desenvolvimento econômico sobre novas bases de consumo energético. Ademais, a eficiência energética contribui para o adiamento dos custos de capital da expansão da oferta de energia (IBGE, 2003).

Por seu turno, a inclusão da Participação das Fontes Renováveis na Oferta de Energia é justificada dada à perspectiva de longo prazo e escassez das fontes fósseis. A utilização das fontes renováveis de energia é uma garantia de suprimento economicamente viável e de menor impacto ambiental, se adotados modos de manejo sustentável (IBGE, 2003).

Fica evidente, portanto, que as soluções para um possível horizonte de sustentabilidade, com crescimento econômico, estão ligados de modo inequívoco à eficiência energética e à adoção de novas fontes de energia.

A aplicação do desenvolvimento sustentável vem se apoiando na esperança que alguns pesquisadores colocam na importância da valoração dos aspectos ambientais e, portanto, na assim denominada economia do meio ambiente, que se utiliza de um conceitual essencialmente neoclássico. Como lembram Marques & Comune (1997) os métodos apoiados na teoria neoclássica possibilitam a avaliação de bens e serviços ligados ao meio ambiente, dados os valores que a sociedade imputa, em termos de valores monetários.

Mueller(1996) destaca os objetivos da teoria neoclássica dos Recursos Naturais, que pretende responder as indagações de qual seria o padrão ótimo de uso dos recursos naturais, qual seria a taxa ótima de depreciação desses recursos, a maneira empregada para a utilização desses recursos e ainda se os limites do crescimento podem ser dados pelo uso dos recursos naturais. Para tanto são desenvolvidos modelos e teorias que procuram responder a essas questões.

A partir da valoração, Motta&Mendes (1997) desenvolvem a lógica do mecanismo:

“O princípio econômico é simples : o ótimo da degradação é aquele no qual o custo ambiental não supera o custo imposto à sociedade pela redução de consumo não ambiental gerado no processo produtivo.

Assim sendo, a viabilidade econômica de projetos ou empreendimentos seria analisada considerando, além dos custos privados, também estes custos ambientais.”

1.4 A VISÃO DA ECONOMIA ECOLÓGICA E OLHARES CRÍTICOS

Por outro lado, os teóricos da denominada economia ecológica se opõe a visão de valoração e baseiam-se principalmente numa análise de fluxo energético, considerando a economia ligada de forma inescapável aos processos biofísicos e energéticos. A economia ecológica além de se opor à economia do meio ambiente na solução do problema leva em consideração uma interdisciplinarietà, utilizando-se dos conceitos de biofísica, sobretudo o de entropia.

Esse grupo teria uma preocupação voltada mais para aquilo que se denominou sustentabilidade forte, em oposição à sustentabilidade fraca. A primeira definição trabalha com a idéia dos sistemas ambientais intactos, ou dito de outra forma trabalha com o conceito de capital natural fixo. Já a segunda definição admite a substituição entre capital natural e físico, logrando a sustentabilidade quando o total de capital, e não apenas o natural, permanece fixo. Os pesquisadores que se preocuparam com a sustentabilidade forte foram marcados pelo pessimismo no que diz respeito ao alcance do desenvolvimento sustentável. Isso se justifica, principalmente, pelo fato destes pesquisadores serem fortemente influenciados pela análise pioneira de Georgescu-Roegen expressa na sua obra *“The Entropy Law and the economic process”* de 1971, que recorreu às leis físicas de entropia, enunciadas no século dezanove. Nesta obra, o economista romeno submeteu a economia aos limites físicos impostos pela natureza, uma vez que a primeira e a segunda leis da termodinâmica impõem conjuntamente a escassez à economia. Não é coincidência o trabalho de Georgescu-Roegen ter recebido especial atenção, durante a crise do petróleo iniciada em 1973¹⁵ pois sua conceituação de desenvolvimento econômico era nova e estava apoiada não na quantidade mas na qualidade. Certamente, a crise dos preços dos combustíveis fósseis contribuiu para que sua argumentação fosse alvo de atenções.

Evidente que as conceituações da Economia Ecológica se chocavam de frente com a tradicional economia ambiental, de inspiração neoclássica, que se limitava a observar apenas

¹⁵ Para Samuelson (apud Daly, 1994, p. 150): “I defy any informed economist to remain complacent after meditating over this essay”..

os aspectos econômicos, descolados de outros aspectos. Jimenéz-Herrero (1997, p.173) não esconde o entusiasmo quando tece comentários a respeito desta nova abordagem:

“Seguramente estamos ante una incipiente “revolución científica”, en terminología de Khun, suficiente para permitir el cambio del paradigma económico vigente. Se ha iniciado una transformación paradigmática con la introducción de varios fundamentos ecológicos, ambientales y energéticos.”

A conceituação de entropia, para Georgescu-Roegen, envolve tanto massa como energia, ambas sujeitas à degradação contínua na direção de menor entropia para maior entropia, de acordo com as duas leis principais da termodinâmica. O primeiro princípio é simples e diz que a energia não é criada, tampouco eliminada, mas transformada. O segundo princípio, porém, enuncia que a matéria tende a evoluir no sentido dos estados de máxima entropia, isto é, estados onde a degradação é maior e estados onde a matéria tende a agregar-se em estruturas mais desorganizadas e de dispersão espacial. Portanto, o valor da entropia é mais baixo se a configuração por ela adotada é mais complexa e ordenada.

O meio natural está sempre caminhando numa direção de maior entropia, contudo influenciado pela presença do homem e por uma sociedade que procura atender as necessidades crescentes. Neste sentido, o processo entrópico tende a se acelerar e, no limite, a superar a capacidade de suporte do sistema, condenando o homem e todo o ambiente a uma insustentabilidade permanente.

A visão da economia ecológica está baseada na análise de longo prazo ou de sucessão de gerações e portanto, nos fluxos físicos e não nos monetários. Georgescu-Roegen (1986, p. 272) sublinha que:

“Economic phenomena certainly are not independent of the chemical-physical laws that govern our external and internal environment, but they are not determined by these laws. It is because the economic has its proper laws that one dollar spent on caviar does not buy the same free energy as when spent on potatoes.”.

Um outro conceito bastante caro à economia ecológica é o de resiliência, ou seja, a capacidade do sistema global ou local em absorver os choques, sendo fundamental para isso

a presença de biodiversidade e conservação do sistema, pois na medida em que o sistema está conservado sua capacidade de suporte aos choques e à ação humana é maior.

Boulding (1980) reconhecia não só a degradação crescente como também a importância da análise de entropia, todavia admitia um período de transição entre o atual padrão perdulário no uso de recursos de baixa entropia para um padrão mais consistente com o longo prazo, onde haveria um novo modelo de uso. Desse modo, contrariamente ao alerta de Georgescu-Roegen, Boulding aceitava o alcance da sustentabilidade energética.

Fortemente influenciado pela contribuição de Georgescu-Roegen, Daly (1996) passou a advogar o crescimento econômico zero, já que o sistema econômico atua dentro de um sistema materialmente fechado. Portanto, este sistema fechado imporia um limite para o crescimento econômico e, como consequência, não haveria espaço para um crescimento econômico sustentado. Para Daly (1996) desenvolver-se significava melhorar o padrão de vida das pessoas, o que não necessariamente implica crescimento econômico, contrariando a definição pioneira de desenvolvimento econômico de Lewis (1955). O desenvolvimento sem crescimento econômico implica respeitar a capacidade de suporte do ecossistema, ou de resiliência.

Sachs (1986:113 ; Apud Lopes (1999:26)) simplifica a questão :

“Por conseguinte, ao invés de postular o não crescimento, o ecodesenvolvimento convida a que se prospectem novas modalidades de crescimento, tanto no plano das finalidades como no dos instrumentais, procurando-se aproveitar as contribuições culturais das populações interessadas e transformar em recursos úteis os elementos do seu meio-ambiente. O que se pretende é uma dupla abertura do horizonte do planejador à antropologia cultural e à ecologia.”

A adoção do conceito de resiliência admite, portanto, o aumento da entropia associado às atividades sociais e econômicas humanas desde que o ecossistema, e no limite a biosfera, seja capaz de suportar o fluxo entrópico gerado. Esta visão admite incorporar, por exemplo, o uso eficiente dos recursos, pois tem como resultado direto o montante de resíduos ao final do processo produtivo. Ayres (1989) destacou a ineficiência dos sistemas

industriais e a necessidade destes em incorporar soluções semelhantes àquelas do sistema biológico, tal como a fotossíntese, o que veio a ser denominado princípio da desmaterialização, ou ainda da desenerginização, da produção industrial. Esta discussão está em consonância com as propostas de monitoramento da eficiência produtiva, tais como acompanhamento dos indicadores de eficiência energética, incorporados aos indicadores de desenvolvimento sustentável.

O mérito desta abordagem é reconhecer que o processo econômico utiliza-se de matéria e energia de baixas entropias no processo produtivo. Contudo, ela não descarta a possibilidade de crescimento econômico, desde que respeitada a capacidade da variável chave, a resiliência do sistema. Neste sentido, os textos de Ayres irão se diferenciar em relação aos de Georgescu-Roegen e de Daly, no que tange a preocupação com a entropia, principalmente pelo fato destes dois economistas admitirem que o processo produtivo industrial pode incorporar tecnologias que revertam o inevitável declínio dos recursos. Ayres (1998) expressa a opinião de que a existência da segunda lei da termodinâmica não significa necessariamente a expansão da entropia, porém reconhece que no atual estágio tecnológico da humanidade, com o uso predominante de recursos fósseis, há uma expansão da entropia.

Objetivando diferenciar-se ao conceito de entropia, Ayres (1998) concebeu um novo termo denominado exergia (*exergy*), que compreendida como a distância que nos encontramos do equilíbrio termodinâmico. Mais especificamente, sugere-se a inclusão da exergia na função de produção, a partir da função de produção logarítmica transcendental de Jorgenson *et alli* (1973) denominada KLEM, formada por capital (K), trabalho (L), energia (E) e materiais (M). A Exergia (*exergy*) corresponderia à energia e materiais. (Ayres, 1998, p. 205)

Na realidade, Ayres (1998) sublinha que os futuros sistemas industriais devem levar em conta a restrição imposta pela segunda lei da termodinâmica. Conseqüentemente, deve-se procurar minimizar os insumos, e por extensão, o consumo exergético (*exergy consumption*) quando os futuros processos industriais forem estabelecidos. Portanto, a sustentabilidade ambiental, no entender de Ayres, seria concretizada com uma menor utilização de recursos no processo produtivo, na desmaterialização e desenerginização, que

estaria baseada na viabilidade econômica e nas soluções técnicas que incorporassem as preocupações ambientais no processo produtivo.

1.5 BREVES CONSIDERAÇÕES

A factibilidade da sustentabilidade ambiental tem preocupado diversos autores desde que os desequilíbrios gerados pelo crescimento econômico, sobretudo o ambiental, foram percebidos. Esse desequilíbrio foi notado em paralelo com outros desequilíbrios acarretados pelo tipo de crescimento econômico dado pelos condicionantes tecnológicos da evolução da produção. Essas constatações levaram a formulação de um novo conceito de desenvolvimento, que ao invés de apenas considerar o crescimento econômico como variável-chave, incorpora questões como a qualidade de vida e a manutenção das condições ambientais.

Com os crescentes casos de agressão ao meio ambiente, percebeu-se a importância em criar condições econômicas para tornar viáveis tecnologias que fossem capazes de conciliar a exploração econômica e preservação ambiental. Nesse debate, a energia é um ponto central, pois tem imensa importância econômica na medida em que serve de matéria-prima central para os processos produtivos, sendo seus impactos ambientais consideráveis. Neste sentido, a obtenção de um desenvolvimento energético sustentável, com a redução do uso de recursos fósseis e uma crescente eficiência energética, são apontados como central por vários pesquisadores.

As atividades econômicas podem alcançar a sustentabilidade energética desde que sejam incorporados processos e métodos que considerem a capacidade de suporte do meio ambiente. Desse modo é possível orientar o desenvolvimento econômico para um novo paradigma.

Capítulo 2 – Consumo Energético e Dinamismo Econômico Recente no Mundo, Brasil e Paraná

Evidente que o estado do Paraná não poderia ser tratado como região isolada das demais regiões brasileiras, bem como não está isolado da conjuntura internacional. Assim sendo, é importante que se enriqueça a análise realizando o diálogo com os acontecimentos econômicos e energéticos nacionais e internacionais. Em paralelo à perda de dinamismo econômico e dificuldades em lograr uma estabilidade econômica, o Brasil passou por um processo de democratização, modernizando seus instrumentos institucionais. No plano internacional, as últimas duas décadas assistiram a uma hegemonia, para o bem ou para o mal, de uma política econômica baseada, ao menos nas opiniões formadoras, em mercados livres e internacionalizados. No que diz respeito à área energética internacional as últimas décadas assistiram a uma continuação das ondas do choque petrolífero dos anos setenta, com períodos de cotações petrolíferas baixas e altas sucedendo-se, e ao desmonte da extração carbonífera, ao mesmo tempo que cresce a conscientização e o desenvolvimento de tecnologias relacionadas à energia renovável e limpa.

Para cumprir com o objetivo deste capítulo, optou-se por dividi-lo em quatro seções de desenvolvimento e uma conclusão. Na primeira seção será apresentado o contexto internacional do período que se deseja analisar, iniciado em 1980 e terminado em 2002. Na segunda seção, o contexto brasileiro do mesmo período será caracterizado no campo energético e econômico, para que na terceira seção possa se apresentar o contexto paranaense do mesmo período e também para que sejam realizadas comparações que enriqueçam as percepções acerca do comportamento de ambas as áreas objetos da preocupação do trabalho, o desenvolvimento econômico sustentável do ponto de vista ambiental e a energia. Na quarta seção serão desenvolvidas as discussões a respeito dos indicadores de sustentabilidade energética e do comportamento da demanda e oferta durante o período em análise no Paraná. Finalmente, serão realizadas considerações finais, destacando as observações mais importantes e que serão decisivas para o prosseguimento do trabalho.

2.1 A CONJUNTURA INTERNACIONAL E A ENERGIA

O ritmo das mudanças aparentemente foi intensificado nas últimas duas décadas do século XX, sobretudo no campo econômico e social. Após uma década de setenta caracteristicamente turbulenta, os anos oitenta apresentaram uma fase de transição e os anos noventa surgiram como o auge de um processo amadurecido desde a década de setenta. As transformações seguiram o fluxo natural: do centro para a periferia econômica emergente e rapidamente absorvidas dentro de um contexto econômico internacional que procurava criar laços econômicos mais estreitos.

O rompimento do sistema de câmbio de Bretton Woods em 1971 e o primeiro choque do petróleo em dezembro de 1973 acabam por colocar em xeque as políticas econômicas keynesianas adotadas até então, já que estas não conseguem responder ao choque de oferta no sistema internacional. É nesse contexto que as políticas liberais começam a ganhar destaque, pois ofereciam uma alternativa que os formadores de opinião logo iriam disseminar. O mundo assiste à aceleração de políticas de liberalização financeira e comercial, que dão combustível ao surgimento da denominada segunda onda regionalista, que teria o Mercado Comum Europeu como centro, mas também seria expressivo na Ásia (APEC) e na América do Norte (NAFTA) (Bhagwati, 1993; Hurrell, 1995).

A liberalização comercial e financeira verificada nas economias centrais consolidou-se ao longo dos anos 90 nos denominados países emergentes, de onde se destacam o Sudeste da Ásia e a América Latina. A liberalização financeira tomou corpo nesse mesmo período, sobretudo após os países da América Latina renegociarem as suas expressivas dívidas externas. Tais dívidas externas foram um grande peso no balanço de pagamentos dessas nações, sendo que as principais nações optaram invariavelmente pela suspensão dos pagamentos durante os anos oitenta. Essas crises geradas pela dívida externa foram em grande medida, resultado do segundo choque do petróleo, uma vez que para debelar a inflação provocada por mais esse choque os países centrais, notadamente os EUA com sua política do “dólar forte”, elevaram os juros e optaram por política macroeconômicas recessivas. Tavares (1996, p.30) destaca a situação:

“A América Latina com a “diplomacia do dólar forte”, entrava na via-crúcis da crise da dívida externa e das políticas permanentes de ajuste do balanço de pagamentos que conduziram a região, em seu conjunto, à insólita situação de exportadora forçada de capitais. Das estratégias de reestruturação da década de 70, as duas bem sucedidas em termos de crescimento – Brasil e México – foram interrompidas dramaticamente em 1982.”

Aderindo a liberalização financeira e comercial como maneira de inserir-se no mercado financeiro mundial e obter financiamento para seu processo de desenvolvimento, os países emergentes tornaram-se receptores de um volume de investimento inédito na história. Parte desse dinheiro investido constituía-se em capital volátil, ou *hot-money*, e a outra parte constituía-se em efetivo investimento produtivo, ou direto. Seguindo o receituário pregado pelos países desenvolvidos e pelas agências multilaterais, FMI e Banco Mundial, os países emergentes privatizaram grandes empresas públicas, diminuindo dessa forma a participação do estado na economia, liberalizando o mercado e supostamente criando condições para o equilíbrio financeiro das contas públicas.

Entretanto, houve dificuldades surgidas na segunda metade da década de 90, com crises cambiais sucessivas. A sucessão de crises que teve início no México em dezembro de 1994, passou pela Ásia em 1997, Rússia em 1998, Brasil em 1998 e 1999 e atingiu por fim a Argentina em 2001 e 2002, demonstrou a fragilidade dos países em desenvolvimento na formulação de políticas macroeconômicas baseadas em fluxos de capitais. Apesar desse histórico, os receituários de política macroeconômica difundidos na década anterior continuaram a ser adotados neste início de século XXI.

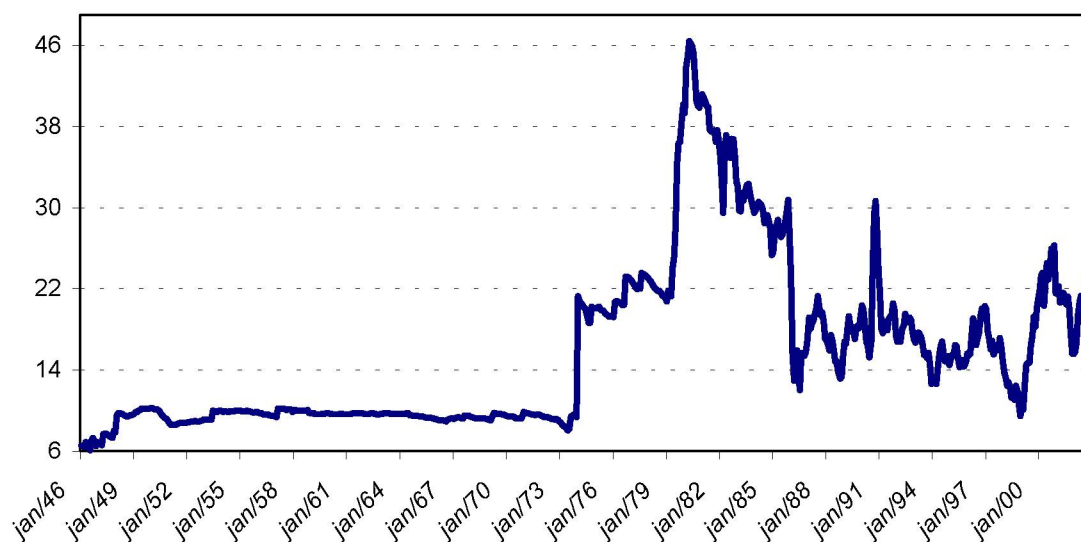
O crescimento das taxas de comércio, sobretudo nos denominados países em desenvolvimento, foi uma consequência direta dos acordos comerciais e do estabelecimento de regras através do GATT e posteriormente da OMC¹⁶. O objetivo da OMC é aumentar a riqueza das nações através do comércio internacional, de modo amplo e não apenas unilateral, e tem como pressupostos o respeito a regras de comércio liberais, ou seja que evitem a elevação de tarifas, proteção aos produtores, mesmo através de subsídios, e

¹⁶ As siglas significam Acordo Geral de Comércio e Tarifas, em inglês GATT. OMC corresponde a Organização Mundial de Comércio. A OMC nasceu quando da conclusão do GATT, o que não a impede de incorporar avanços.

asseguem que os benefícios sejam auferidos por todos os participantes. Contudo, tal como ocorre com os fluxos financeiros, a maior parcela de comércio é feita entre os países desenvolvidos, membros da OCDE. Tais países, regra geral, ostentam um nível de abertura da economia¹⁷ alto e exportam produtos com elevado valor agregado, notadamente com produtos que exigem incorporação de tecnologia.

Neste mercado internacional crescentemente mais aberto, o petróleo, a principal fonte de energia, ainda é a *commodity* mais importante do comércio internacional¹⁸. Com as duas crises de preços registradas nos anos setenta, tornou-se evidente a importância do preço desta *commodity* para a economia mundial. Com o advento da organização da OPEP, reunindo os países produtores de petróleo, as companhias multinacionais que eram sediadas nesses países ou foram nacionalizadas ou retiraram-se deles passando o domínio da oferta do produto no mercado mundial para essa organização. Desde então, a volatilidade do preço do petróleo aumentou consideravelmente conforme demonstrado no gráfico abaixo.

GRÁFICO 2.1 – Evolução Mensal Preço Petróleo *West Intermediate Texas*
(Dólares de 1985) 1946-2002



Fonte : dados elaborados a partir de números do Federal Reserve Bank of Saint Louis.

¹⁷ Possível de ser verificado através da relação entre o somatório de exportações e importações em relação ao PIB da nação.

¹⁸ Conforme descrito no capítulo 1.

As nações importadoras colhidas de surpresa pela crise recorreram a soluções como ajuste na demanda¹⁹, estimulando a eficiência energética, ou pensar um novo padrão de suprimento energético. Reconheceram a efetiva importância do uso mais racional e eficiente do petróleo e, em paralelo, intensificaram o desenvolvimento de tecnologias apropriadas para o uso de novas fontes energéticas. Neste caso, o exemplo notório é o Brasil com seu programa de combustíveis a partir da biomassa.

A percepção que pode ser inferida desses episódios é que mudanças em larga escala no fornecimento energético que sustenta a economia são viabilizadas a partir do momento em que há alterações nos preços relativos das fontes energéticas. A esse respeito, Martin (1989, p.66) recorda o que aconteceu no período das crises do preço:

“ De repente, a parte do petróleo cai de 50% a 41% do consumo primário e deixa, sobretudo nos países do Golfo, consideráveis capacidades de produção excedentes; 12 a 14 Mbd em 1986”

Entretanto, a mudança do paradigma do abastecimento energético, sinalizada pelos choques de petróleo da década de 70, não foi sustentada por dois problemas principais: o retorno dos preços a patamares aceitáveis a partir de 1986, sobretudo porque havia uma oferta excedente, consequência do ajuste na demanda efetuado pelos principais consumidores. O segundo problema é que havia uma grande complexidade técnica envolvida para uma substituição em larga escala do petróleo, ou seja, uma necessidade de pesquisa tecnológica que possibilitasse a substituição de diversos materiais, como ponderado por Calabi (1983, p. 8) : “ ... a raiz do problema energético está no fato de que todo o aparato conversor de energia de que dispomos foi montado com base em fontes energéticas não renováveis, principalmente petróleo.”.

A possibilidade de exaustão do petróleo, por ser um recurso não renovável, foi um aspecto decisivo para muitos analistas. As projeções pessimistas multiplicaram-se não

¹⁹ Com o estabelecimento de impostos e taxas, além de programas de racionamento.

apenas em relação à substituição do petróleo, mas também de seu esgotamento. Ainda nos anos setenta, talvez influenciados pelos preços do petróleo, muitos analistas estimavam que por volta do ano 2000 o barril de petróleo seria uma peça de museu (Rotstein, 1985)²⁰. Tais previsões não se confirmaram e o petróleo permanece como um recurso lucrativo, sendo uma *commodity* com grande liquidez, não em museus mas nas principais bolsas de mercadorias, embora a possibilidade de esgotamento deste recurso ainda seja evidente. Além disso, na medida em que a exploração avance, um produto de menor qualidade será extraído, a um custo maior (Capra, 1982), criando assim a necessidade de outras inovações, ou manutenção dos programas de eficiência, para que um padrão de consumo qualitativo fosse mantido.

O ponto central é ter ciência de qual será a duração desta *commodity*. De acordo com a tabela 2.1, abaixo, o petróleo pode ser explorado ao ritmo de consumo atual por quarenta anos. Antes disso porém o seu uso seria substituído por outros produtos próximos, não existindo portanto a exaustão de fato, mas de maneira comercial. Vale ressaltar, as maiores reservas como se pode observar não estão localizadas nos principais mercados consumidores, criando uma dificuldade adicional. Aceitando-se as informações da tabela 2.1 têm-se, mantido o atual ritmo de consumo, a gota derradeira de petróleo projetada para 2041. Outra consideração é a possibilidade do consumo aumentar significativamente, uma vez que países emergentes²¹ tendem a inserir novos contingentes populacionais a padrões de consumo que requerem gastos maiores em petróleo, ou de maior intensidade energética.

²⁰ Para previsões da década de setenta atentar para Schumacher(1983).

²¹ Notadamente China e Índia que ostentam taxas de crescimento do produto e possuem grandes contingentes populacionais.

Tabela 2.1 – Reservas Conhecidas *versus* Ritmo de Consumo – Durabilidade Projetada -
Mundo / Países e Regiões Seleccionadas – Final de 2001

<i>Região</i>	<i>Bilhões de Barris</i>	<i>Relação Reservas / Produção (n.º de anos)</i>
Estados Unidos	30,4	10,7
América do Norte	63,9	13,5
América do Sul e Central	96	38,8
Europa	18,7	7,8
Ex União Soviética	65,4	21,1
Oriente Médio	685,6	86,8
África	76,7	27,4
Ásia e Pacífico	43,8	15,6
OCDE	85	11,5
Não OPEP	165,8	13,3
OPEP	818,8	76,6
Total Mundial	1050	40,3

Fonte : Adaptado de British Petroleum Statistical Review of World Energy - 2002

Uma consideração importante a ser feita é que a tabela 2.1 pode não representar necessariamente a verdade, uma vez que as projeções estão sempre sujeitas a revisão. De fato, estas projeções foram taxativas na afirmação de que o esgotamento de petróleo se daria em quatro décadas pelo menos desde os anos 80. A ampliação do prazo de durabilidade, por outro lado, seria explicado pelas novas descobertas de campos petrolíferos e pelos diferentes ritmos de crescimento da economia mundial. Ao mesmo tempo, ela provavelmente também reflete uma assimetria de informação na medida que apenas as companhias que exploram têm a informação geológica mais completa a respeito do campo petrolífero.

Pindyck & Rubinfeld (1994, p. 739) sublinham que:

“O esgotamento dos recursos naturais não tem sido muito importante como determinante dos preços destes recursos, ao longo das últimas décadas. Determinantes muito mais importantes têm sido a estrutura de mercado (à medida que os produtores possam praticar conluio em vez de competir) e as variações ocorridas nas demandas dos mercados. Todavia, o papel do esgotamento não deveria ser ignorado. No longo prazo ele deverá se tornar o determinante final da variação dos preços dos recursos naturais”.

Considerações como oligopólio na oferta do petróleo e possibilidade de esgotamento se somam a preocupações geopolíticas. O fator geopolítico é inclusive anterior à presença dos outros e iniciou-se com a Guerra dos Seis Dias em 1967, passando pela Revolução El-Fattah na Líbia em 1969, Guerra do Yom Kippur em 1973, Revolução Iraniana em 1979 e a crise dos reféns americanos, também no Irã, em 1980, seguida pela Guerra Irã-Iraque ao longo dos anos oitenta. O problema geopolítico adquiriu novos contornos na década de noventa, com a Guerra do Golfo e o desmembramento da União Soviética²². Essa extensa lista de ocorrências é certamente uma causa para a volatilidade dos preços petrolíferos no período e intensificou-se com a multiplicação do terrorismo árabe e a segunda Guerra do Golfo no início do século XXI. O clima permanente de tensão na principal região produtora poderá em breve futuro levar a novas volatilidades no preço, no momento em que a demanda dá sinais de crescimento. Kurz (2004,p.8) ilustra :

“É um azar do capitalismo que as principais reservas de petróleo se encontrem justamente nas regiões críticas ou colapsadas mais explosivas do mundo. Quanto mais sobem os custos de segurança, tanto mais sobe o petróleo.”

Diante desses problemas de mercado, os países dependentes em demasia do petróleo continuam investindo em pesquisas de alternativas. A energia nuclear, o gás natural e as

fontes renováveis têm sido as alternativas predominantes. Torna-se necessário salientar que essas alternativas, num contexto internacional de crescente dificuldade de abastecimento a preços razoáveis (e pouco oscilantes) de energia, são ainda mais importantes de serem pesquisadas em vista da crescente interdependência das nações no comércio internacional e no fluxo de recursos financeiros. Além disso, com as mudanças de paradigmas intensificados pelo alcance e difusão de tecnologias que fazem diferença na competição por mercados, este é reconhecidamente um momento de desafios e a encruzilhada energética do mundo estará presente no cotidiano das economias.

2.2 O BRASIL E A QUESTÃO ENERGÉTICA

A economia brasileira, na sua condição periférica sentiu de forma intensa os efeitos das crises do petróleo. Esses efeitos foram agravados pelas decisões de política econômica tomadas em meados dos anos setenta, que ao invés de privilegiarem um ajuste imediato, optaram por acelerar o ritmo de crescimento econômico.

A opção pela continuidade do crescimento econômico, apesar do primeiro choque petrolífero, era justificada no contexto da adoção do II PND (Plano Nacional de Desenvolvimento), que procurava estimular as indústrias voltadas para a exportação. No entendimento dos formuladores de política econômica, o II PND, com sua vocação exportadora, iria ser capaz de gerar as divisas para que o pagamento dos empréstimos contraídos fosse honrado.

Nos anos setenta, o crescimento do Brasil foi financiado principalmente por “petrodólares” disponíveis no mercado internacional, resultado da elevação dos preços internacionais da *commodity* petróleo. De acordo com Baer (1996, p. 108):

“É interessante notar que, enquanto no período de 1970-73 a absorção dos recursos externos reais chegou a 1,4% do PIB, esse índice subiu para 2,4% durante o período de 1974-78 e a parcela da formação de

²² No caso do desmembramento da União Soviética, a dificuldade era sobre a soberania do Mar Cáspio e do traçado do oleoduto que transportaria o petróleo e o gás explorados na região. Com a ocupação do Afeganistão, no contexto de guerra ao terrorismo, o oleoduto ganhou um novo traçado viável.

capital bruto financiada por recursos externos aumentou de 5,3% durante 1970-73 para 7,9% em 1974-78. Esses últimos dados são especialmente dignos de nota quando se considera que a taxa de investimento na época era, em média, de 25%”.

Esse estoque de dívida acumulado nos anos setenta acabou por produzir um significativo peso dos serviços da dívida nos anos subseqüentes e sobretudo após 1981, com a grande elevação de juros por parte do Federal Reserve, o banco central americano. As dificuldades com os serviços da dívida foram, a partir de então, explicitadas e dificultaram qualquer ajustamento macroeconômico.

As dificuldades no setor externo da economia foram complementadas com o processo de aceleração inflacionária. Tal processo já se encontrava presente desde a década de sessenta, porém nos anos oitenta adquiriu novo ritmo de aceleração no final da década. As causas da aceleração inflacionária foram objeto de controvertido debate na literatura econômica, embora os choques petrolíferos tenham certamente o seu papel. O combate ao processo inflacionário e as dificuldades no balanço de pagamentos comprometeram a taxa de crescimento econômico do país, se comparado a outros países. Neste mesmo período de dificuldades econômicas, o Brasil passava por um processo de redemocratização após duas décadas de ditadura militar, que culminou com o retorno de eleições regulares e a redação de uma nova Constituição, promulgada em 1988, lançando novas bases institucionais sobre o país.²³

Com sucessivos malogros no combate à inflação e passando por uma moratória da dívida externa, em 1987, o principal desafio para o Brasil nos anos noventa era estabilizar a economia e retomar o crescimento econômico. O governo Fernando Collor, eleito na primeira eleição direta realizada no país desde 1960, carregava as esperanças da população no sentido de encaminhar as soluções para estes problemas, porém o governo fracassou em equacionar esses problemas. Apesar de fracassar nesses objetivos e tendo o mandato abreviado por problemas éticos, o governo Collor imprimiu uma marca na economia nacional ao propor e realizar, em alguns setores, uma abertura econômica inédita.

²³ A Constituição de 1988, promulgada a 5 de outubro de 1988, foi apelidada de Constituição Cidadã, pela garantia de direitos dada aos cidadãos. Contudo, muitos de seus artigos ainda carecem de regulamentação efetiva e leis complementares até hoje.

O processo de inserção do Brasil na mundialização da economia tornou-se uma marca dos anos noventa, sobretudo após o país ter encaminhado solução, ao menos temporariamente, para a dívida externa aderindo ao plano Brady, em 1993, e ter, em 1994, iniciado um programa de combate antiinflacionário, o Plano Real, que atingiu o principal objetivo, debelar a aceleração inflacionária.

A aparente estabilidade econômica permitiu a continuação da inserção internacional da economia brasileira e possibilitou a recepção dos fluxos financeiros que a partir da segunda metade da década de noventa procuraram oportunidades de investimento e/ou especulação. Nesse novo contexto a estabilidade macroeconômica nem sempre foi a regra, como provaram as sucessivas crises dos países emergentes, conforme discutido na seção precedente.

A recepção de fluxos de investimento, notadamente investimentos diretos, não foi capaz de gerar um crescimento econômico permanente. Na década de 90 houve crescimento representativo apenas em 1995, 1996 e 1997, crescimento este atribuído aos efeitos do fim da inflação e inserção de um grupo de consumidores na economia, antes desprotegidos da inflação. Ao mesmo tempo, a formação bruta de capital fixo manteve-se baixa, embora os investimentos externos tenham crescido em relação aos períodos anteriores. Este dado mostra que os investimentos diretos foram direcionados à aquisição de participações acionárias ou a repor estoque de capital, ao invés de adquirir capacidade de produção. Isto ficará especialmente evidente na área energética, a qual será descrita em detalhe adiante.

Mesmo vivenciando instabilidade macroeconômica, ficaram evidentes a dívida social que o país ainda possui, refletido pelos indicadores sociais de saúde, educação e longevidade e a brutal desigualdade de renda que pouco se alterou desde a queda da inflação para níveis civilizados²⁴.

O avanço do parque industrial brasileiro nos anos setenta, bem como as idas e vindas da socioeconomia durante os anos oitenta e noventa acabariam refletidos pelo Balanço Energético Nacional (BEN). O consumo energético final registrou crescimento em quase todos os anos desde 1985 (a exceção foi 1990), e o crescimento médio esteve em 2,51% ao

ano. A dependência externa em relação a fontes primárias manteve-se na faixa entre 20,3% (1985) e 30,3% (1995), sendo que a média esteve em 25,7% (BEN, Vários Anos). No período considerado a economia brasileira cresceu a uma taxa média anual de 2,53% (Ipeadata, 2004), o que mostra uma elasticidade do consumo energético total próxima de 1 em relação à variação do PIB.

A matriz energética brasileira, sobretudo depois do reforço da construção de Itaipu nas águas do Rio Paraná e de Tucuruí na Bacia Hidrográfica do Tocantins, aproveita-se das vantagens comparativas proporcionadas pelo grande potencial hidroelétrico. Estas duas usinas constituem-se nos “maiores aproveitamentos hidroelétricos de todos os tempos” (Leite, 1997, p.242). O Brasil divide o privilégio de possuir grande potencial hidroelétrico com a Noruega, a Finlândia, o Canadá e a China. Este privilégio foi importante num contexto de crise internacional de petróleo e em 1985 o Brasil possuía uma produção de energia hidráulica situada em 14,27 milhões de TEP para em 2000 estar produzindo 24 milhões de TEP (MME, Vários Anos).

O crescimento da produção de hidroeletricidade ocorreu em paralelo a um declínio do uso da lenha com recurso energético. O Balanço Energético Nacional registra uma queda de 32,51 milhões de TEP em 1985 para 21,65 milhões de TEP no ano de 2000. A lenha por ser um dos recursos naturais mais abundantes no país foi usada em larga escala no passado, todavia a realidade no presente é outra, ou seja, com o desaparecimento de áreas florestais e o atendimento de um maior número de residências pela rede elétrica e de gás a lenha tem sido substituída, sendo que seu consumo, ainda importante na matriz energética, é atualmente predominante na Região Norte do Brasil.

No que diz respeito ao aproveitamento hidrelétrico restante, o país vive um dilema, afinal boa parte deste encontra-se nas regiões Norte, sobretudo nos rios Tocantins, Araguaia, Xingu e Tapajós (Bermann, 2002) e, portanto, numa área sensível do ponto de vista ambiental e ao mesmo tempo distante dos grandes centros consumidores. O aproveitamento hidroelétrico existente nas Bacias dos Rios Paraná e Uruguai, por outro lado, localizam-se

²⁴ O efeito concentrador de renda da inflação é conhecido, porém no Brasil a concentração mantém-se em níveis próximos ao de 1994, mesmo uma década após a queda da inflação para níveis incomparavelmente mais baixos (Ipeadata, 2004).

em regiões densamente povoadas e de terras agrícolas expressivas, tornando complexo o processo de construção de barragens.

O petróleo, cuja produção primária alcançou aproximadamente 62 milhões de TEP e teve oferta interna bruta de 79,4 milhões de TEP em 2001, ainda é o produto predominante na matriz energética brasileira. O objetivo da Petrobrás, empresa de economia mista responsável pela exploração do petróleo, é tornar o país auto suficiente no consumo²⁵. Para que tal feito seja possível está sendo intensificado o ritmo de pesquisa e exploração de novos campos petrolíferos na plataforma continental e as reservas brasileiras cresceram ao longo dos anos, sendo calculadas em 1980 em 209,54 milhões de m³, em 1990 em 717,51 milhões de m³ e finalmente, em 2002 em 1,56 bilhão de m³ (MME, Vários Anos).

Torna-se importante notar que o gás natural, em geral encontrado próximo às bacias petrolíferas, também vem tendo constante incremento de reservas. No caso brasileiro, a confirmação da descoberta de uma grande área na Bacia de Santos foi fundamental para que as reservas do país saltassem de patamar. Esta nova descoberta colocou em xeque o acordo efetuado por Brasil e Bolívia para que este fornecesse gás natural ao país. Contudo, como ainda haverá algum tempo para que se concretize a infra-estrutura necessária à exploração do gás natural da Bacia de Santos, o contrato com a Bolívia permanece sendo estratégico²⁶. A oferta interna bruta de gás natural, que foi da ordem de 10 milhões de TEP em 2000, tende a aumentar nos próximos anos com a consolidação do gasoduto Brasil-Bolívia e a exploração do gás natural da Bacia de Santos.

Finalmente, os produtos derivados da cana exercem também importante papel no total de oferta interna bruta da matriz energética brasileira, sendo que no ano 2000 sua oferta interna bruta de 19,527 milhões de TEP (MME, Vários Anos). A energia obtida da cana de açúcar tem especial destaque para o álcool carburante, cujo consumo foi estimulado e subsidiado durante o auge do programa Próalcool. Esse programa foi implantado como resposta aos choques petrolíferos e apresentava como uma de suas vantagens mais latentes a

²⁵ O objetivo nasceu ainda nos anos setenta ditado por motivos estratégicos estabelecidos pelos governos militares da época, reflexo da crise do mercado internacional na ocasião.

²⁶ Uma dificuldade com a Bolívia tem sido a contestação por grupos políticos daquele país de se fornecer gás natural, a países como o Brasil e EUA. Em 2004 um referendo popular aprovou os contratos, após a renúncia do presidente Sanchez de Lozada.

total independência em relação a importações, um referencial importante em anos de crise no balanço de pagamentos, conforme apontado anteriormente. Leite (1997) divide o uso do álcool em três fases distintas no Brasil: uma primeira fase, de 1934 a 1975, onde o álcool foi adicionado à gasolina automotiva; uma segunda fase, de 1976 a 1980, correspondente a primeira etapa do Próalcool, com o álcool servindo de substituto a gasolina modestamente; e uma terceira fase, de 1981 a 1986, acomodado à intensificação do Próalcool. A difusão da tecnologia dos motores que funcionavam a base do carburante foi relativamente simples por estar disponível e as empresas automobilísticas multinacionais instaladas no país aderiram ao programa. Entretanto, com a queda dos preços do petróleo durante a década de oitenta (ver gráfico 2.1) o programa perdeu incentivo e somente neste início de século XXI é que voltou a ter estímulos, ainda que incomparavelmente pequenos se comparados aos observados nos anos oitenta²⁷. A cogeração a partir do bagaço de cana vem, por outro lado, tendo parcelas crescentes de produção de energia, sendo ainda explorada abaixo de seu potencial, sobretudo devido a questões relacionadas à remuneração e aos seus custos (Lopes, 1999).

Como se pode notar, o Brasil tem posição privilegiada no que concerne a oferta de fontes primárias. A sua parcela de energia renovável (hidroeletricidade, lenha, produtos de cana e outras fontes) é de fato importante, embora não seja predominante em relação a fontes não-renováveis (petróleo, gás natural, carvão vapor e urânio). Nesse contexto, é mais difícil compreender opções como a construção de uma infra-estrutura destinada a geração de energia nuclear ou o abandono do programa Próalcool em favor de uma energia (petróleo), na qual o Brasil ainda busca auto-suficiência.

Neste sentido, Brito (1986: 366) enfatiza que:

“Os hábitos de mimetismo cultural, herdados do período colonial e mantidos desde então pela dependência tecnológica, conduziram os países tropicais a excluir de seus planos de desenvolvimento a biomassa energética, considerada uma alternativa ultrapassada, subdesenvolvida e sem perspectivas.”

²⁷ Em geral, essas medidas têm se limitado a aumentar a porcentagem de mistura do álcool na gasolina. O governo do Estado do Paraná, em 2003, é um dos que regulamentaram um maior grau de mistura.

Em seguida o mesmo autor afirma que:

“Em um país com as dimensões do Brasil, o espaço e a população não representam restrições reais (...) Os obstáculos reais são outros, e situam-se principalmente na área política e macroeconômica.” (Brito, 1986, p.380).

Especificamente no que diz respeito à energia hidroelétrica, as últimas duas décadas assistiram ao fim dos grandes empreendimentos públicos, resultado de uma política econômica que endossava a importância de uma menor participação do estado na economia e, conseqüentemente, que procurava capitais para investimento no setor privado. A conjuntura internacional, descrita acima, com fluxos crescentes de capitais para países emergentes, como o Brasil, favoreceu a política econômica com este objetivo, que tinha por finalidade reorganizar o setor público nas bases ideológicas lançadas na Inglaterra e EUA, nos anos oitenta. Desse modo, os investimentos necessários à ampliação da capacidade energética através de hidrelétricas teriam de vir predominantemente do capital privado.

Pela característica do investimento em hidroelétricas, com retorno a médio e longo prazos e com volumosa inversão de recursos, o capital privado, sob regulação frágil, poderia comprometer a evolução da oferta energética. Isto de fato aconteceu no Brasil e culminou em 2001 num racionamento compulsório em expressiva parte do território, fruto de uma combinação infeliz de ausência de investimentos pós-privatização e regime pluviométrico irregular. A expectativa de crescimento do PIB brasileiro para 2001, no momento do anúncio do racionamento, 10 de maio de 2001, era de +4,11%. Já para o PIB Industrial a expectativa de crescimento no dia do anúncio do programa de racionamento era de +4,8%. Todavia, com a implementação do racionamento a economia brasileira cresceu apenas +1,4% e o segmento industrial do PIB apontou queda de -0,31%. Os números constam do Relatório Focus, divulgado pelo Banco Central, que apura as expectativas dos agentes econômicos com relação as variáveis macroeconômicas.

O processo de privatização das empresas públicas no Brasil atingiu as empresas do ramo energético em toda a sua cadeia: geração, transmissão e distribuição. Esse processo foi especialmente marcante, considerando-se a extensão territorial do país e a profusão de

empresas do ramo energético, com diferentes alcances geográficos que estavam sob domínio do capital estatal. O critério adotado por essas privatizações foi de maximizar o preço de venda, relegando a qualidade de serviço a um segundo plano, como também o de estabelecer tarifas mais acessíveis (Bermann, 2002).

Constata-se, portanto, a dificuldade com a qual o Brasil se defronta no estabelecimento de uma oferta energética compatível com sua ambição de desenvolvimento econômico. A conjuntura econômica na qual o setor público está sem capacidade de investimento vultoso e em que o governo federal persegue a diminuição de um estoque de dívida pública acumulado durante os anos noventa no contexto de um plano de estabilização e a disponibilidade relativa de investimentos diretos privados, cria dificuldades para que o país explore suas potencialidades energéticas.

O reconhecimento dessa conjuntura resulta em soluções institucionais diferenciadas. O setor público continua tendo um papel decisivo no setor energético. A atual conjuntura direciona seus esforços para os estímulos produtivos, para a formulação de programas de eficiência energética e para uma regulação efetiva de modo que o pleno uso das potencialidades do país e de suas vantagens comparativas, no que tange à disponibilidade das fontes energéticas, estejam garantidos.

2.3 – PARANÁ: TRANSFORMAÇÃO PRODUTIVA E ENERGIA

2.3.1 – Modernização Produtiva no Paraná

O estado do Paraná teve em sua história diversos períodos de prosperidade e retração econômica condicionados aos ciclos de produtos predominantes. A ocupação inicial se deu em resposta à disputa pelos territórios da região entre portugueses e espanhóis, sendo em seguida estimulada pela localização de ouro na região que hoje corresponde à Região Metropolitana de Curitiba. Apesar de logo ter escasseado, o ouro serviu como estímulo para a consolidação das municipalidades pioneiras. Ao surto do ouro, a região serviu de encruzilhada aos tropeiros que iniciavam viagem em Vacaria e terminavam na feira de Sorocaba, transportando gado e charque, que tinham como destino final as Minas Gerais. Entretanto, logo a produção de mate iniciaria novo ciclo econômico, coincidindo com a emancipação política do estado no século

XIX. Outros ciclos econômicos seguiram-se como madeira, relacionada à depleção da pinha, café e soja, estes dois últimos já no século XX, e com seu caráter irradiador foram responsáveis pela ocupação do território em sua totalidade (Litoral, Serra do Mar, Serra Geral e Norte). Destaca-se aqui o caráter sempre voltado “para fora” da economia paranaense e sujeito às “sístoles” e “diástoles” desta atividade exportadora. É nesse contexto que o Paraná é tido como uma economia periférica, exportador de matéria prima e importador de manufaturados, sobretudo advindos de São Paulo (Padis, 1981).

As origens recentes do desenvolvimento paranaense, remontam aos anos sessenta, quando ocorreram a construção de estradas e a fundação da Copel, empresa pública responsável pelo abastecimento energético do Estado. Essa garantia de infra-estrutura básica foi decisiva para estabelecer as condições do desenvolvimento regional. Outro marco, para o qual vale chamar a atenção, é a construção da usina hidrelétrica de Itaipu, inaugurada em 1981, na fronteira com o Paraguai, que transformou o Paraná no maior ofertante de energia hidrelétrica do Brasil. Além destes aspectos do desenvolvimento paranaense, cumpre notar que a criação do Badep (Banco de Desenvolvimento do Estado do Paraná) e do Iparides (Instituto Paranaense de Desenvolvimento) de inspiração cepalina, foi um passo extremamente importante no processo de desenvolvimento do estado.

A economia paranaense, especialmente nas décadas de oitenta e noventa, caracterizou-se por uma mudança na estrutura produtiva, tanto na área rural como na área urbana, com reflexos sobre o fornecimento energético. No campo, o processo de modernização agrícola, iniciado anteriormente, consolidou-se nas décadas de oitenta e noventa, tendo como característica o ganho de produtividade das culturas exploradas no Estado. Nos centros urbanos, o ritmo de industrialização acelerou-se com a instalação de indústrias e maior dinamismo no comércio, sendo que houve ao mesmo tempo uma intensificação da parcela de população urbana²⁸.

Este recente dinamismo pode ser caracterizado dentro de um movimento de descentralização e integração produtiva nacional, já que no espaço econômico brasileiro

²⁸ A população fluiu para as cidades atraídas pela maior geração de renda, mas muitas vezes vitimada pela mecanização do setor agrícola. O mais correto certamente é considerar os dois efeitos como complementares. É nesse contexto que surgem com força os movimentos reivindicatórios à terra, do qual o MST é o mais notório.

observou-se nas últimas duas décadas um intenso processo de desconcentração econômica, com as cidades e regiões médias ganhando participação no produto em detrimento das metrópoles nacionais, especificamente Rio de Janeiro e São Paulo. Segundo Pacheco (1998), várias foram as razões para a desconcentração econômica, sendo as mais importantes a maturação dos investimentos relacionados ao II PND, que privilegiavam regiões antes não desenvolvidas e focavam nos setores que explorariam recursos naturais e as políticas de incentivos as exportações de produtos de setores desfavoráveis à Grande São Paulo, como insumos básicos, bens intermediários, bens intensivos em recursos naturais, agropecuária etc.

Diniz (1993) também reconhece o processo de desconcentração do espaço econômico brasileiro e atribui este fenômeno a ação do Estado na criação de infra-estrutura, a ação direcionada para a exploração de recursos naturais, efeitos locacionais na disputa dos mercados, maior interligação dos mercados através da ligação por meios de transporte e comunicação e as deseconomias de escala observadas na região metropolitana da Grande São Paulo, apontando em paralelo que mudanças tecnológicas, novos padrões de comércio exterior e a nova postura do Estado são fatores que se fazem presentes. Diniz & Crocco (1996) confirmam o movimento de desconcentração notando um aumento de quase três vezes do número de áreas onde mais de 10.000 pessoas estariam empregadas na indústria, ocorrido entre 1970 e 1991. Uma razão para o crescimento das cidades médias espalhadas pelo território nacional está nas deseconomias de escala a partir de São Paulo e Rio de Janeiro.

A indústria paranaense, em particular, transformou sua base produtiva a partir dos anos setenta, concretizando alterações que iam desde a modernização da agroindústria até a implantação da incipiente indústria metal – mecânica na Região Metropolitana de Curitiba, localizadas sobretudo no distrito industrial em São José dos Pinhais e relativamente próxima²⁹ ao porto de Paranaguá, por onde a produção agrícola e manufaturada escoava. Em 1980, por exemplo, o crescimento da produção industrial foi maior que o crescimento da agricultura, e chegou a 6,35% do valor da produção industrial brasileira (Castro & Vasconcelos, 1999).

Nesse processo de transição ocorre uma perda de participação relativa da indústria tradicional e de bens de consumo não-duráveis, menos especializada, uma vez que gêneros como produtos alimentares e bebidas recuaram em função de grupos como mecânica,

material elétrico e material de transporte, mais especializados e inovativos. A indústria de bens intermediários praticamente não alterou sua participação percentual na indústria de transformação, mas ocorreu uma mudança interna no qual os setores madeireiro (pinho) e o de papel e papelão perderam importância relativa para setores como o de química e minerais não-metálicos.

Apesar da década de 90 ter sido marcada por um forte ajuste estrutural em função da conjuntura nacional e internacional, o Paraná implementou uma política agressiva de atração de investimentos externos, com isenção fiscal para diversas empresas multinacionais³⁰, o que gerou no estado um aprimoramento da sua estrutura produtiva, aproximando-a ao da estrutura nacional. De fato, as medidas agressivas de incentivos conduziram à modernização da economia paranaense e tal processo resultou em novos investimentos em indústrias como a automobilística, a madeireira e a de carne, elevando a capacidade produtiva destes gêneros. Outros setores que ampliaram as relações intra-industriais foram os ramos da metalurgia, material de transportes, insumos químicos e alimentos.

Em paralelo, não se pode menosprezar os ganhos de eficiência proporcionados pela modernização das plantas existentes e a instalação de novas plantas que elevaram os níveis de eficiência produtiva, já que expressiva parcela da diversificação ocorreu em ramos mais sofisticados, em empresas com plantas de grande escala, principalmente o ramo automobilístico, o siderúrgico e o madeireiro (Nojima, 2002). Neste quadro, por exemplo, a Região Metropolitana de Curitiba se tornou um dos mais importantes pólos da indústria automobilística no Brasil e no Mercosul (Macedo *et al.*, 2002). Ressalte-se que a vocação exportadora do estado manteve-se em que pese a modificação estrutural.

O desempenho do PIB paranaense, na década de noventa, foi ligeiramente superior ao do PIB brasileiro, refletindo de certa forma o melhor desempenho do setor externo em comparação com o relativamente estagnado mercado interno. Constitui, é certo, importante fator de dificuldade a política cambial adotada a partir de 1994 até 1998, no

²⁹ Aproximadamente 100 quilômetros distantes.

³⁰ A concessão de isenções não foi exclusividade do Paraná, contudo, o fato de estar a meio caminho de São Paulo, possuir um porto relativamente equipado e estar localizado no eixo do Mercosul, implantado no início dos anos noventa, ajudou o estado na atração de investimentos. Some-se a isso o fato de ter abundante mão de obra e uma cidade industrial anteriormente constituída, no final dos anos setenta.

contexto do plano Real de estabilização. O grau de abertura econômica³¹ do estado, ao longo das décadas de oitenta e noventa, aumenta: em 1980 era de apenas 7,17%, somou apenas 4,29% em 1986, ano de bom desempenho do mercado interno, elevou-se para 8,83% em 1994 e no ano 2000 atingiu 13,76%. Enquanto a taxa média de crescimento do PIB do Paraná entre os anos de 1990 e 2000 foi de 3,44%, a média brasileira ficou em 3%, mantendo o Paraná como a 5ª maior economia do país, mas ampliando a participação para aproximadamente 6% da Renda Nacional (Ipardes, 2002).

Nesse contexto de modernização a população urbana paranaense saltou de 58,6% no ano de 1980, abaixo da média nacional na ocasião (67%) para 81% no ano 2000, igualando-se à média nacional. Em números absolutos, o Paraná cresceu 1,9 milhão de habitantes em 20 anos, passando de 7,6 milhões em 1980 para 9,5 milhões em 2000. O crescimento absoluto no setor urbano foi de 3,3 milhões, o que retrata a modernização (Ipardes, 2002).

Não obstante, alguns vícios desse processo podem ser facilmente notados. Um dos mais destacados é a concentração da produção que ocorria em paralelo, tanto no nível geográfico como no de produção empresarial, sendo um exemplo concreto o fato das 16 maiores empresas paranaenses deterem 25 % da geração de valor agregado da indústria. Geograficamente, também pode-se constatar que a indústria estava concentrada, pois os cinco maiores centros industrializados tinham cerca de 80 % da produção paranaense, (Castro & Vasconcelos, 1999 ; Ipardes, 2002).

Esse dinamismo industrial guarda relação com a existência de uma infra-estrutura básica (energia, rodovias, ferrovias e porto marítimo), de uma agência estadual de fomento (BADEP) e de incentivos e subsídios municipais, estaduais e federais. Os municípios paranaenses possuem, em geral, rede social fragilizada e indicadores de qualidade de vida baixos, na comparação com os estados vizinhos. Nesse sentido inúmeros são os indicadores que podem servir de exemplo: apenas 3 leitos hospitalares por mil habitantes, 53% da população apenas com acesso à rede de esgoto e uma mortalidade infantil ainda expressiva de 21,4 por mil nascidos vivos (Castro & Vasconcelos, 1999).

³¹ Medido pela soma de importações e exportações em relação ao PIB total do Estado.

Ressalte-se que a restrição que atingiu os orçamentos públicos nas três esferas de governo estorvou o desenvolvimento e o crescimento econômico em todo o Brasil. No Paraná, contudo, soluções que privilegiaram o setor privado demonstraram resultados positivos em termos de investimento produtivo. Essa solução foi coerente com o ambiente internacional de política econômica neoliberal e de ajuste das contas públicas no Brasil. Contudo, a atração desses investimentos foi realizada com subsídios importantes dentro do orçamento público estadual, comprometendo a situação fiscal do estado. Ademais o processo de privatização da Copel foi confuso e naufragou em pendências jurídicas.

Uma outra fragilidade que pode ser detectada é a ausência de uma mão de obra especializada, embora a mão de obra não-especializada seja abundante. É mister destacar que apesar do Paraná ser tradicionalmente um grande investidor em ensino, este se encontra voltado para as instâncias superiores³², enquanto o paranaense possui uma média escolar baixa se comparada aos estados vizinhos e a exigência do mercado de trabalho (Ipardes, 2003). Neste sentido, o principal desafio a ser enfrentado pelo Paraná é conciliar a crescente ampliação de sua produção, baseada principalmente nos setores inovativos, com a melhoria dos indicadores sociais.

2.3.2 – A Energia do Paraná no contexto de Modernização Produtiva

Em 1979, uma importante mudança institucional ocorreu com a Copel, que deixou de ser uma empresa voltada apenas para a eletricidade, e passou a estar direcionada a todas as formas de suprimento energético. Desde então, o Paraná foi dividido em cinco mesorregiões de planejamento energético, listadas na sequência com suas respectivas sedes: Norte (Maringá), Noroeste (Londrina), Ooeste (Cascavel), Centro Oeste (Ponta Grossa) e Leste (Curitiba), sendo esta última região a de maior participação no consumo. O Balanço Energético do Estado do Paraná elaborado anualmente pela Copel, reflete com nitidez o avanço da estrutura econômica ocorrido nas últimas duas décadas.

³² O Governo do Estado possui sob sua administração quatro universidades (Unioeste, UEL, UEM e UEPG) espalhadas em diversos campus no interior. Além destas, o governo federal possui duas localizadas no território paranaense (UFPR, CEFET-PR).

Torna-se importante destacar inicialmente que o Paraná vem tendo crescimento na sua participação relativa de consumo de energia em relação ao Brasil, tal como acontece com sua economia. Levando-se em conta o consumo final com finalidades energéticas, o Paraná em 1980 possuía um consumo energético total de 5,8 milhões de TEP (Toneladas Equivalentes de Petróleo), passando para 7,78 milhões de TEP em 1990 e atingindo, por fim, em 2002, 11,7 milhões de TEP. O setor industrial mantém sua participação estável, uma vez que o seu consumo, tanto em 1980 quanto em 2002, permaneceu cerca de 34% do total do consumo energético final, ainda que com expansão do produto industrial, o que sugere um aumento da eficiência no uso dos recursos energéticos. O setor de transportes, por sua vez, rivaliza com a indústria em termos de importância no consumo final energético e vêm aumentando sua participação, ao contrário da indústria, de 28,3% em 1980 para 33,2% em 2002, concentrado principalmente na modalidade transporte rodoviário. As demais participações correspondem aos usos do setor energético (8,2% em 2002), residencial (10,3%), comércio (2,4%), setor público (1,3%) e agropecuário (5,3%) (Copel, Balanço Energético do Paraná, vários anos).

No setor industrial em 2002, a maior parcela de consumo era dada por resíduos de madeira com 20,7% do total de energia consumida. A seguir, a eletricidade e o bagaço de cana tinham importância idêntica na participação do consumo do setor industrial, ambos com 17,2% e a lenha era a quarta fonte mais importante com 11,5%. No setor transportes, todavia, o perfil apresentado era distinto: a maior participação por fonte era do óleo diesel com 60,1%, seguido pela gasolina com 20,2%, demonstrando a predominância do transporte rodoviário, correspondente a 87% do consumo energético de transportes. Acentuando o contraste, o setor residencial em 2002 ainda consumia predominantemente lenha (34,2%), embora o GLP (33,2%) e a Eletricidade (30,0%) tenham participação crescente, ao contrário da lenha que vem declinando com o tempo (Copel, Balanço Energético do Paraná, vários anos).

Por outro lado, a participação das fontes no total da matriz energética tem oscilado de modo mais intenso devido em grande parte ao fato da oferta estar condicionada por incentivos de políticas públicas, como ilustra o caso do uso do programa de bio-combustíveis. Em 1980, o balanço energético paranaense mostrava a lenha ainda como a maior fonte primária em

consumo energético final (28,9%), refletindo de certo modo a expressiva parcela do setor agrícola na economia paranaense. Entretanto, a participação da lenha havia decaído para apenas 15,8%, mas em contrapartida a energia hidráulica, aumentou a sua participação de 7,6% em 1980 para 10,7% em 1990 e atingiu 13,4% em 2002, fruto, em primeiro lugar, do aumento do consumo residencial e, em segundo, por conta da oferta maior de energia primária hidráulica com a construção de Itaipu e outras usinas hidrelétricas. Já o Petróleo manteve-se como a principal fonte primária de energia sendo de 51,5% sua participação em 2002, quase idêntica a de 1980 (51,7%). Contudo, em 1985, o petróleo, ainda sob efeitos do segundo choque, em 1979, participava apenas com 43,9% do consumo global de energia primária (Copel, Balanço Energético do Paraná, vários anos).

No total da produção nacional de energia primária a energia hidráulica, se sobressai no estado, com especial destaque para Itaipu, embora as usinas ao longo do Rio Iguaçu, tais como Salto Osório, Salto Santiago, Salto Caxias, Governador Ney Braga e Governador Munhoz da Rocha, também tenham importante expressão. A participação no total da produção nacional de energia hidráulica era de 27,4% em 2002, enquanto que a produção de petróleo era de 0,1% do total nacional. A biomassa também se destaca com 8,1% do total da produção nacional, sobretudo com a produção localizada na região Norte e Noroeste do Estado (Copel, Balanço Energético do Paraná, vários anos).

Em relação as suas reservas energéticas, o Paraná possui destacadamente 105,2 milhões de TEP de óleo de xisto, 49 milhões de TEP de urânio, 25,9 milhões de TEP de gás de xisto, 16,5 milhões de TEP de energia hidráulica firme, 6, milhões de TEP em turfa, 3,8 milhões de TEP em petróleo e 2,5 milhões de TEP em carvão mineral. Cabe, contudo, notar a ausência no Balanço Energético do Paraná de avaliação a respeito do potencial de aproveitamento de energia a partir da cana de açúcar e de energia solar e eólica, que foram desconsideradas na medida em que os estudos para a determinação dessas variáveis mostraram que elas ainda eram incipientes.

A construção da infra-estrutura energética necessária ao desenvolvimento econômico teve, entretanto, importante impacto ao meio ambiente paranaense. Vide o caso, por exemplo, da construção da usina de Itaipu que formou um grande lago pelo represamento das águas do Rio Paraná e como consequência inundou grande área de floresta e férteis campos para a

agricultura. O represamento ainda teve impacto turístico, uma vez que fez sumir sob o lago as cataratas de “Sete Quedas”, conjunto de quedas d’água mundialmente famoso. Esse mesmo represamento das águas do rio Paraná levou ao deslocamento de populações de várias localidades e a retirada de espécies animais de seu habitat original.

2.4 – BREVES CONSIDERAÇÕES

Como se pode notar neste capítulo, a realidade regional esteve condicionada aos fatores internacionais e nacionais, seja no campo político, econômico ou energético. As mudanças em cada esfera têm sido cada vez mais intensas e surpreendentes. Contudo, é possível notar um padrão preponderante nas últimas duas décadas, embora sujeito a transformações. A mundialização da economia e a inserção do Brasil neste processo trouxe novos e desafiadores condicionantes à realidade paranaense, no campo energético e socioeconômico.

No Brasil, a adoção de políticas liberais estabeleceu um novo cenário para a evolução da oferta de energia estabelecido a partir da privatização dos serviços públicos e das dificuldades com o balanço de pagamentos, que trouxe a necessidade de auto-suficiência em petróleo, a principal *commodity* do mercado internacional que observa um comportamento volátil em suas cotações.

Com a desconcentração da produção ocorrida a partir dos anos setenta e a recepção de fluxos financeiros desde os anos noventa, o setor industrial no Paraná teve uma expressiva expansão, e houve uma considerável modernização do setor agrícola. Deste modo, a necessidade de um planejamento estratégico cresce de importância para que o crescimento econômico possa superar gargalos e ocorra sob bases limpas.

Com esta preocupação será realizada, no próximo capítulo, a construção de prováveis trajetórias para a economia paranaense e seu impacto no fornecimento e consumo de energia.

CAPÍTULO 3 – PERSPECTIVAS PARA O BALANÇO ENERGÉTICO PARANAENSE

O objetivo deste capítulo será projetar o perfil da matriz energética paranaense nas próximas até 2023. Este objetivo será atingido em parte através de considerações quantitativas e em outra parte através de considerações qualitativas, sobretudo no que diz respeito à viabilidade de determinadas ofertas energéticas. Neste sentido para auxiliar a construção das considerações e tornar a discussão mais tangível, serão construídos cenários avaliando a evolução provável da economia paranaense.

Como o foco do trabalho é o estado do Paraná, a construção dos cenários não poderá estar, de modo algum, desprendida da realidade do Brasil. Cabe lembrar que vários documentos relativos ao planejamento energético no país, entre eles o Plano 2015 da Eletrobrás, utilizam-se de cenários em que constam diversas trajetórias para variáveis sócio-econômicas.

Para que o objetivo deste capítulo seja alcançado, uma primeira seção será dedicada a apurar a sensibilidade histórica observada quanto à demanda de energia no Paraná levando-se em consideração fatores econômicos. Esta apuração será realizada com o auxílio do instrumental econométrico. Na segunda seção serão apresentados os cenários que auxiliarão na construção das tendências energéticas, bem como a metodologia que será utilizada na aplicação desses cenários. Na terceira seção deste capítulo, os números para as tendências da matriz energética paranaense serão apurados. Por fim, na quarta seção de caráter conclusivo serão discutidas os resultados alcançados e algumas de suas implicações preliminares.

3.1 – SENSIBILIDADE HISTÓRICA DA DEMANDA DE ENERGIA NO PARANÁ

Estabelecer a sensibilidade da demanda energética em relação ao comportamento dos preços e do produto é procedimento mais comum adotado entre os pesquisadores da área. O grau de refinamento, contudo, varia conforme a disponibilidade de dados e a amostra utilizada.

Alguns estudos anteriores procuraram estabelecer estas relações. No Brasil é mais comum encontrar estudos relativos a demanda de energia elétrica do que em relação as demais fontes. Sendo o mais recente artigo sobre a demanda de energia elétrica o de Schmidt & Lima (2004). Demonstrando a cointegração das séries utilizadas e da metodologia econométrica VAR (Vetores Auto-Regressivos), estes autores encontram resultados para a elasticidade-renda de 0,539 para o setor residencial, 0,636 para o setor comercial e 1,916 para o setor industrial. No que diz respeito à elasticidade-preço, os valores encontrados foram de -0,085 para o setor residencial, -0,174 para o comercial e finalmente -0,545 para o setor industrial. Contudo, ambos limitam-se a demanda de energia elétrica e adicionalmente demonstram que seus resultados não são verificados quando da ocorrência do racionamento de energia elétrica em 2001 em grande parte do território brasileiro. Este resultado durante o racionamento pode ser atribuído em primeiro lugar a relação linear entre preço e consumo energético, que não incorpora ganhos de eficiência, e também ao fato de o racionamento adotado em 2001 possuir características de fornecimento por quotas. Uma outra crítica possível ao trabalho de Schmidt & Lima (2004) é o fato de deles utilizarem dados anuais desde 1980 e verificarem uma relação de cointegração, quando a teoria recomenda que relações de cointegração sejam verificadas em séries longas. De toda maneira, os resultados de Schmidt & Lima (2004), como eles próprios lembram, são diferentes dos de Modiano (1984) e dos de Andrade & Lobão (1997).

Lopes(1997) apresentou elasticidades para o consumo energético paranaense com relação ao PIB paranaense e os comparou com os indicadores brasileiros durante os anos 80. Para o período de 1980 a 1985, o Brasil apresentou elasticidade de 3,2 no consumo energético, enquanto o Paraná apresentava elasticidade de 1,5. Contudo, para o período de 1985 a 1990 a elasticidade no Brasil caiu para 1,3, quase se igualando à elasticidade paranaense, que se situou em 1,0. Neste sentido, o autor mostrou a particularidade do consumo paranaense em relação ao consumo brasileiro.

Um apanhado das possibilidades de construção de cenários foi feito por Januzzi (1997b). No capítulo dois, denominado “A Estrutura Tecnológica das Projeções e dos Cenários da Demanda de Energia”, a construção de cenários obedeceu a seguinte tipologia: entre os que possuem eficiência congelada e os que têm ganho de eficiência. Esta

diferenciação proposta pelo autor é útil neste momento ao presente trabalho, uma vez que o método econométrico é considerado “eficiência congelada” e as demais possibilidades de construção de cenário incorporam a probabilidade de eficiência variável. Todavia, apesar de parte dos ganhos de eficiência poderem ser captados, através da incorporação de regressões não lineares, ainda assim haveria dúvidas em se extrapolar resultados do passado para o futuro.

Apesar dessas considerações restritivas a respeito do método econométrico na projeção do consumo de energia, da dificuldade de se incorporar racionamentos por quotas e, ainda, de se captar ganhos de eficiência, um exercício econométrico ainda é interessante a respeito das sensibilidades históricas do consumo. Limitando o exercício ao Paraná, surgem, entretanto, algumas dificuldades. A principal delas diz respeito à qualidade dos dados estatísticos disponíveis para qualquer exercício econométrico. Optou-se em avaliar as sensibilidades apenas entre os anos de 1987 e 2000, anos em que todas as séries utilizadas estão disponíveis sem problemas estatísticos.

A série do PIB Paraná disponível na base de dados do Ipea, com apuração feita pelo IBGE foi utilizada a preços constantes de 2000. O consumo energético de cada setor é aquele fornecido pela Copel (2003), no qual o consumo energético é estabelecido em TEP (toneladas equivalentes de petróleo), conforme o padrão dos balanços energéticos produzidos no Brasil. Ao mesmo tempo, considerou-se a evolução dos preços nas regressões de sensibilidades, publicados no Balanço Energético do Brasil, produzido pelo MME (2004). A evolução de preços que consta também em MME (2004) é dada em US\$ por BEP³³.

O Balanço Energético do Paraná, por sua vez, evidencia a composição do consumo energético de cada classe de atividade. Concentrando-se nos grandes grupos, o setor residencial, por exemplo, distribui seu consumo final energético de fontes primárias e secundárias entre, principalmente, lenha, GLP e eletricidade. No setor transporte, onde há diferentes opções de uso, há também uma distribuição entre várias fontes secundárias: óleo diesel sendo o principal, gasolina, óleo combustível e álcool. O caso mais emblemático é o do setor industrial onde, em 2002, quatro fontes primárias e secundárias possuíam mais de 10%

da participação no consumo final energético: lenha, resíduos de madeira, bagaço de cana e eletricidade. Entretanto, lixo, gás natural, e o grupo outras fontes secundárias também apresentavam importantes fatias de consumo. Desse modo, para captar o preço correto observado por cada grupo de consumo, era necessário ponderar a participação no consumo final energético das fontes primária e secundárias.

A opção foi criar uma série anual de preços ponderando o consumo de fontes secundárias por setor, partindo-se da série original de MME (2004). Assim, por exemplo, o preço ponderado para o setor de transportes em 1987 foi composto de 59,8% de óleo diesel, 16,22% de gasolina, 16,05% de álcool, 5,9% de óleo combustível e 2% de querosene. Já em 2002, por sua vez, o preço ponderado do setor transporte constituiu-se em 60,1% de óleo diesel, 20,2% de gasolina, 7,6% de óleo combustível, 9,2% de álcool, 2,6% de querosene e ainda de 0,3% de gás natural³⁴.

Dispondo de renda e preço, um modelo econométrico evidente é relacionar as duas variáveis ao consumo energético e observar as elasticidades. Uma maneira de se apurar a elasticidade é converter os valores de cada variável, PIB e preços ponderados, a números índices e na sequência, transformá-los em logaritmos naturais. O ano escolhido para servir de base foi 1987, quando se inicia a série de preços.

Assim, a equação de demanda para o consumo energético de cada setor seria dada pela equação (1):

$$E = a Y^{\alpha} P^{-\beta} \quad (1),$$

onde a = constante

Y = logaritmo natural do número índice do PIB paranaense,

P = logaritmo natural do número índice do preço ponderado pelo consumo de fontes secundárias de cada grupo,

α = elasticidade energia-produto e,

β = elasticidade energia-preço.

³³ Barris Equivalentes de Petróleo. Os valores em dólares foram obtidos convertendo o valor monetário em cruzados, cruzeiros, cruzeiros-reais ou reais, dependendo do período, pelo dólar médio corrente. Enfim, foram convertidos aos preços de 2002 pelo CPI (*Consumer Price Index*) dos Estados Unidos.

³⁴ É verdade, todavia, que os consumidores, regra geral, adotam o preço de algum insumo como referência. Mas, seria necessário levantar qual o preço referência de cada setor, o que não é objetivo deste trabalho.

Como pode ser observado na equação (1), o sinal esperado para as elasticidades renda e preço é, respectivamente, positivo e negativo. Optou-se por avaliar os três grandes setores consumidores de energia no balanço energético : industrial, transportes e residencial.

No setor de transportes a regressão entre os anos de 1987 e 2000, para o qual os dados foram disponibilizados, demonstram os seguintes resultados :

$$\ln(\text{Consumo TEP no Transporte}) = 1,667381 \cdot \ln(\text{PIB}) - 0,678777 \cdot \ln(\text{Preço Ponderado}) \quad (2)$$

$$(0,179643) \quad (0,190075)$$

$$R^2 \text{ Ajustado} = 0,852217 \quad \text{AIC}^{35} = -2,079333$$

Entre parênteses consta o desvio padrão, o que demonstra que ambos os parâmetros, relacionados ao preço e a renda são significativos a 5% de confiança. Os parâmetros mostram uma elasticidade renda de +1,67 para o consumo de TEP no grupo de transportes e uma elasticidade preço de -0,68. Os sinais, portanto, confirmaram a expectativa.

As equações com termo constante revelaram que este não era significativo, além de revelarem um ajustamento inferior ao da equação apresentada, segundo os critérios de AIC³ e R² Ajustado. A equação (2) demonstrou o melhor ajustamento. Note-se que uma hipótese testada foi a de que o preço do período anterior pudesse ter influência sobre o consumo no presente, ou seja, testou-se o ajustamento com a denominada variável defasada. Estes critérios são utilizados nas equações a seguir para o setor industrial e residencial.

Para o setor residencial os resultados são apresentados na equação (3) :

$$\ln(\text{Consumo TEP no Residencial}) = 0,886620 \cdot \ln(\text{PIB}) + 0,080153 \cdot \ln(\text{Preço Ponderado}) \quad (3)$$

$$(0,248202) \quad (0,249185)$$

$$R^2 \text{ Ajustado} = 0,251553 \quad \text{AIC} = -2,548869$$

³⁵ AIC – Akaike Information Criterion, (Critério de Informação de Akaike). O critério de Akaike estabelece que quanto menor o valor obtido, melhor o ajustamento da equação.

Para o setor residencial, a elasticidade renda mostra um valor de +0,89 e é significativa a 10%, 5% e 1% de confiança, conforme aponta o desvio padrão em parênteses. Por outro lado, a elasticidade preço além de não apontar o sinal esperado, não é significativa a 10%, 5% e 1% de confiança. Mais uma vez, as equações com termo constante não se mostraram mais significativas nos critérios de ajustamento e na significância do próprio termo constante. O preço defasado também não se mostrou significativo.

Finalmente, para o grupo industrial a equação (4) mostra os resultados obtidos :

$$\ln(\text{Consumo TEP no Industrial}) = 1,234862 \cdot \ln(\text{PIB}) - 0,226101 \cdot \ln(\text{Preço Ponderado}) \quad (4)$$

$$(0,135835) \quad (0,138959)$$

$$R^2 \text{ Ajustado} = 0,855450 \quad \text{AIC} = - 2,585231$$

Os valores entre parênteses demonstram que o parâmetro da renda é significativo a 5% de confiança, ao passo que o parâmetro do preço ponderado, mais uma vez, revelou-se não significativo a 5% de confiança, apesar de demonstrar o sinal correto. A elasticidade renda apurada é de +1,234862. O termo constante, novamente, revelou-se não significativo e as equações em que estava presente mostraram-se menos ajustadas, segundo o critério AIC.

Os três setores analisados, industrial, residencial e transportes, foram responsáveis por 82% do consumo energético total do Paraná em 2002. Esta predominância justifica a preocupação com a centralização da análise nestes grupos. Os outros quatro setores, o energético, o comercial, o agropecuário e o setor público, consomem apenas 18% do total da energia paranaense.

Considerando apenas os setores mais representativos, pode-se fazer um resumo das elasticidades obtidas. No que diz respeito a elasticidade preço, apenas o grupo transportes mostrou coeficiente significativo, sendo este inelástico: - 0,679. Os demais setores uma sensibilidade fraca ao comportamento dos preços. Os resultados são diferentes para a elasticidade renda: todos os coeficientes associados a esta se mostraram significativos, sendo apenas o grupo residencial inelástico, +0,88662. Por sua vez, os setores transporte e industrial exibiram elasticidades renda superior à unidade : +1,67 e +1,23, respectivamente.

Estes resultados mostram que a evolução dos preços não se mostrou uma variável representativa, sugerindo, dessa maneira que as oscilações ocorridas no período contemplado nas equações não foram significativas para o consumo final energético. De fato, dentre as quatro principais fontes primárias e secundárias no consumo final energético do Paraná [1]em 2002³⁶_[gim2], apenas a eletricidade residencial³⁷_[gim3], lenha nativa e o óleo diesel apresentaram variação significativa no período estudado, conforme mostra o Balanço Energético Nacional de 2003 (tabela 3.1).

Ao mesmo tempo, os resultados demonstram que a intensidade energética do PIB estaria, no que dependesse dos setores transporte e industrial, aumentando. O setor residencial, por sua vez, contribuiria no sentido de atenuar o aumento da intensidade energética do PIB, já que apresenta em relação à renda comportamento inelástico. Estes resultados estão em sintonia com o comportamento apontado para o território brasileiro pelo Balanço Energético do Brasil 2003, produzido pelo MME (2004) para os grupos citados. O setor transporte quase duplicou sua intensidade energética do PIB entre 1987 e 2000 com aumento de 58%, enquanto a indústria eleva sua intensidade energética do PIB em aproximadamente 12%. O setor residencial, por outro lado, contribui para que a intensidade energética do PIB mantenha-se praticamente estável no período.

³⁶ As quatro principais fontes são por ordem decrescente : óleo diesel, lenha / resíduos de madeira, eletricidade e produtos da cana.

³⁷ A eletricidade tem preços com evolução diferenciada para o setor industrial e para o setor residencial. Portanto aqui apenas um subgrupo de eletricidade apresentou variação significativa. O mesmo vale para a lenha, sendo a lenha nativa um subgrupo do total de consumo da lenha.

TABELA 3.1 – PREÇOS DE INSUMOS ENERGÉTICOS SELECIONADOS

Preços Médios Correntes em US\$ / BEP

	<i>Óleo Diesel</i>	<i>Eletricidade Industrial</i>	<i>Eletricidade Residencial</i>	<i>Lenha Nativa</i>	<i>Lenha de Reflorestamento</i>
1987	37,1	71,9	104,7	6,1	10,8
1989	44,4	86,1	94,5	7,6	10,8
1991	36,9	71,3	123,2	8,6	12,2
1993	57,8	85,2	136,1	7,2	11,6
1995	63,7	97,1	174,3	13,8	17,8
1997	60,4	103,4	233,2	14,3	15,7
1999	46,6	74,2	172,7	11,4	12,5
2000	58,9	82,9	194,9	9,8	10,8

Fonte : MME (2004). Balanço Energético do Brasil 2003.

Em que pese as limitações dadas pelo método econométrico para se estabelecer um cenário prospectivo, as indicações que as regressões demonstram são importantes para estabelecer as grandezas que devem estar presentes nos cenários a serem construídos. Um exemplo é a importância do comportamento da trajetória de preços no consumo energético final do grupo transportes, bem como a constatação de elasticidades renda acima da unidade nos setores industriais e de transportes e inferior à unidade no setor residencial.

3.2 – CENÁRIOS E METODOLOGIA PROSPECTIVA

3.2.1 - Metodologia

A alternativa escolhida para estabelecer o comportamento da demanda de energia no futuro é o denominado método MEDEE. Uma descrição deste método é feita por Prado (1981), que realiza uma estimativa de demanda de energia para o Brasil no ano 2000, com base nesta metodologia. Os criadores deste método são Bertrand Chateau e Bruno Lapillone,

pesquisadores à época da criação, 1977, do *IEJE – Institute Économique et Juridique de L'énergie*.

Desde a proposição do modelo, diversos aperfeiçoamentos na metodologia foram realizados. Atualmente ele ainda é utilizado para projeções de demanda em energia por agentes privados e planejadores públicos em vários países, sobretudo na União Européia. Sua utilização específica para o setor de transportes tem permitido avaliar a trajetória de emissões de gases poluentes no longo prazo. De uma seleção de trabalhos, que utilizam ou comentam a metodologia, se destacam: Chateau (1984) e Chateau et alli (1985) sobre demanda de energia no Quebec; UNDP (1989) acerca da demanda de energia nos países em desenvolvimento; Gov. of China/UNDP/ESCAP (1989), Gov. of India/UNDP/ESCAP (1989) sobre demanda de energia na China e Índia respectivamente; Turk et alli (1993) acerca do caso da Eslovênia; e Balluth et alli (1998) tendo a Líbia como estudo de caso. A difusão da metodologia em diversos e distintos países propiciou que características peculiares da demanda de energia destes países fossem nela incorporadas. Além disso, a construção da metodologia MEDEE-S, específica para países europeus mediterrâneos, é um exemplo concreto da adaptabilidade da metodologia.

As quatro etapas que envolvem a construção do modelo MEDEE são basicamente as seguintes: (1) a distinção da demanda em usos finais por categoria; (2) a análise econômica, social e tecnológica que permite identificar a evolução de longo prazo; (3) a hierarquização dos determinantes do nível macro para o micro; e (4) a simulação considerando variáveis endógenas, exógenas e cenários.

A desagregação setorial ocorre entre quatro grupos: residencial, serviços, indústria e transportes, sendo que esta divisão é contemplada nos balanços energéticos produzidos no mundo. Por fim, após o estabelecimento dos subgrupos recorre-se aos usos energéticos. Segundo Prado (1981, p.165),

“Numa primeira etapa, o MEDEE calcula a energia útil para as necessidades de energia que podem ser cobertas por diversos produtos energéticos e a energia final para as necessidades de energia correspondentes a usos específicos que só podem ser cobertos por um único produto energético.

Numa segunda etapa, a partir da taxa de penetração dos diferentes produtos energéticos para os usos onde eles são substituíveis, o MEDEE calcula a energia final por setores e obtém o conjunto do consumo final uma certa repartição entre os produtos energéticos. As taxas de penetração podem ser deduzidas dos preços relativos dos produtos energéticos num modelo que simula a escolha dos consumidores, mas podem também ser introduzidos de forma exógena.”

A contextualização do cenário econômico e social se dará no nível micro, onde será necessário desenhar o comportamento da estrutura do PIB, do setor manufatureiro em particular, as características da urbanização e da densidade demográfica, bem como do desenvolvimento dos transportes. Decompostos nesses detalhes poder-se-á obter a demanda de energia final e a oferta possível para suprir essas necessidades. A demanda final de energia será obtida em cada um dos quatro subgrupos, e por fim, agregada de modo se obter posteriormente os indicadores de desenvolvimento sustentável.

Prado (1981) construiu primeiramente o modelo e na seqüência montou cenários que pudessem tornar tangíveis as previsões sobre demanda energética. Goldenberg e Prado (1982) utilizaram o mesmo modelo para prever a demanda de energia no estado de São Paulo no ano de 2000.

Goldenberg&Prado et alli (1982, p. 205)listaram as vantagens do modelo MEDEE:

“As vantagens das projeções pelo método MEDEE podem ser resumidas em:

a) não são “pré-determinadas” pelo passado, não dependem necessariamente de longas séries estatísticas e são particularmente adaptadas a analisar fenômenos recentes de ordem estrutural, suscetíveis de influir sobre a evolução a longo prazo da demanda de energia;

b) são bastante menos deterministas que os modelos econométricos tradicionais, ligando a previsão efetuada ao cenário utilizado e estimulando hipóteses concernentes a políticas diversas passíveis de serem implantadas;

c) é um método “transparente” devido a sua desagregação e a sua natureza contábil. É um instrumento que permite perceber rapidamente a relação entre o resultado obtido e a hipótese adotada.”

Já Prado(1981, p. 179) sublinhou outras vantagens :

- “ perceber claramente, por meio do estudo a nível detalhado de demanda, que as taxas de crescimento do consumo de energia são muito diferentes quando consideramos os usos e setores econômicos.
- Formular, por meio desta divisão de usos, as hipóteses subjacentes à previsão. Por outro lado, é possível estimar por testes de sensibilidade a importância destas hipóteses, assim como os parâmetros técnicos adotados.
- Avaliar a demanda de energia a longo prazo em cenários que podem ser descritivos, isto é, baseados em tendências de longo prazo ou normativos, isto é , baseado na implementação de políticas governamentais;
- Mensurar a sensibilidade da demanda de energia às diversas variáveis que caracterizam o nível e a estrutura do crescimento econômico ou a políticas energéticas alternativas.”

Num estudo da COPEL (1990), a demanda energética paranaense foi comparada com os condicionantes sócio-energéticos do Estado. Neste estudo utiliza-se a metodologia MEDEE para realizar a previsão acerca da evolução futura da demanda energética. De fato, a metodologia MEDEE mostra-se adequada, conforme atestam os autores acima mencionados, para ser utilizada no trabalho de projeção das tendências energéticas do Paraná nas próximas duas décadas. Porém, antes de se obter os resultados é necessário construir os cenários que serão instrumentos na aplicação da metodologia MEDEE.

3.2.2 – Desenhando os Cenários

A montagem de cenários para avaliação da demanda de energia envolverá as principais variáveis econômicas, demográficas e sociais. Na primeira classe de variáveis será necessário avaliar o crescimento do produto e o perfil deste crescimento entre os setores. Se o crescimento econômico for liderado pelo setor industrial, isto conduzirá a um determinado perfil de consumo energético, ao passo que se o crescimento econômico for liderado pelo setor

de serviços, ou ainda agropecuário, isso levará a um outro perfil. Conseqüentemente, na elaboração do perfil de crescimento econômico torna-se importante atentar para como se dará a evolução por setores econômicos e como este fenômeno irá repercutir no consumo final energético.

Outra questão relevante em relação às variáveis econômicas será a confecção de hipóteses com respeito à trajetória dos preços energéticos. Para esta discussão, o contexto de oferta energética brasileira e os eventos a ele relacionados, como o início da exploração das novas reservas de gás da Bacia de Santos e efeitos regulatórios merecem especial atenção. No que concerne, às variáveis demográficas, a situação em relação à elaboração do cenário para o estado do Paraná é mais confortável. O IBGE, o IPARDES e a FNUAP mantêm relativamente atualizadas as projeções com relação ao total da população para os próximos anos. O trabalho de 1999, “Paraná : Projeções de População por Sexo e Idade 1991-2020”, feito em conjunto pelos três institutos, mostrou um ajustamento muito bom em relação à população observada nos primeiros anos do século XXI. Utilizando-se de uma metodologia que considera as taxas históricas de migração, as taxas de natalidade e de mortalidade, a projeção de população contempla uma série anual. Entretanto, neste trabalho não há referência para a evolução da taxa de urbanização, hipótese esta que será necessária construir, dado que o grau de urbanização influi, sobretudo, no consumo residencial.

Objetivando obter a projeção de demanda de energia no ano 2000 para o Brasil, Prado (1981) montou um único cenário macroeconômico e diferenciou a evolução do consumo energético através da possibilidade de ganhos de eficiência na utilização dos recursos. Assim, ele construiu um cenário no qual a eficiência energética permanece no ritmo da tendência histórica e outro no qual a eficiência é incrementada. Como o cenário macroeconômico é comum, ele obteve duas possibilidades de resultados.

Nesta dissertação, contudo, não serão realizadas hipóteses acerca das trajetórias de eficiência energética. Os cenários serão diferenciados somente pela evolução e conseqüente estrutura da economia. A opção de não realizar hipóteses acerca da trajetória da eficiência justifica-se pelo uso posterior das projeções da matriz energética na discussão a respeito da evolução dos indicadores de sustentabilidade ambiental. A construção de tais hipóteses acabaria tornando a discussão tautológica, uma vez que dois dos três indicadores em análise

referem-se à eficiência energética³⁸. Em outras palavras, os cenários serão constituídos dentro de um contexto de “eficiência congelada”.

O MME (2002) também trabalhou com a projeção da matriz energética brasileira, tendo como horizonte o ano de 2022. Naquele trabalho eram dois os principais cenários, em que o ritmo de crescimento da economia era diferenciado³⁹ e a hipótese referente a participação do estado na economia. Além desses fatores, considerou-se também uma trajetória diferente para a evolução intra-setorial e regional da economia. Ambos os cenários reforçam a percepção de uma concentração econômica na região Sudeste e Sul, especificamente no eixo compreendido entre Belo Horizonte e Porto Alegre, embora nos estados das regiões Norte e Nordeste ocorressem investimentos em indústrias com menor capacidade de encadeamento interindustrial (MME, 2002). Desse modo, as hipóteses desses cenários corroboraram a percepção de que o dinamismo econômico do Paraná observado desde os anos setenta⁴⁰ permanecesse no ritmo observado durante as últimas três décadas. Os cenários demográficos apontados para o Brasil guardam relação com aquele observado pelo IBGE, IPARDES e FNUAP (1999) para o Paraná, sendo a única alteração a da pirâmide etária, posto que houve envelhecimento da idade média da população e a complementação da transição demográfica do país.

Iniciando a apresentação do cenário que orientará as projeções de demanda de energia para as próximas duas décadas, será demonstrada a hipótese a respeito das variáveis demográficas, baseadas no estudo do IBGE, IPARDES e FNUAP (1999) e na evolução da urbanização. A população total é dada pelo estudo citado até 2020 e a partir daí até 2023 é mantida a taxa de crescimento suposta para o ano de 2020, que é de 0,61% aa. Para o grau de urbanização, trabalha-se com a hipótese de que o índice observado em 2000, por ocasião do censo demográfico, de 81,4% evolua para até 88,4% em 2023⁴¹. Esta hipótese implica que em

³⁸ Intensidade Energética do Produto e Intensidade Energética Per Capita. O terceiro indicador é a participação das fontes renováveis no total da matriz energética, conforme descrito no capítulo 1.

³⁹ No cenário A o crescimento médio assumido é de 3,6% aa (MME, 2002, pp.31), enquanto no cenário B assume-se um crescimento médio de 4,5% aa (MME, 2002, pp.41)

⁴⁰ Conforme descrito no Capítulo 2.

⁴¹ Próximo a taxa de população urbana da Argentina em 2001, que era de 88%, de acordo com o INDEC (2004) .

2023 o Paraná terá 11,5 milhões de habitantes, sendo 10,2 milhões a sua população urbana (ver Tabela 3.2).

TABELA 3.2 – PROJEÇÕES POPULACIONAIS E OUTRAS CARACTERÍSTICAS

	<i>População Total</i>	<i>Grau de Urbanização</i>	<i>População Urbana</i>	<i>Densidade P/ Domicílio</i>	<i>% de Residências Atendidas p/ Eletricidade</i>
000 observado)	9.563.456	81,4%	7.784.653	3,59	86,2%
007	10.252.669	82,8%	8.489.210	3,48	100%
011	10.644.062	84,2%	8.962.300	3,36	100%
015	10.992.466	85,6%	9.409.551	3,24	100%
019	11.296.404	87%	9.827.871	3,12	100%
023	11.574.943	88,4%	10.232.250	3	100%

Fonte : Adaptado de IBGE, IPARDES e FNUAP (1999) e IPARDES (2003).

De acordo com a hipótese demográfica, haverá uma maior concentração urbana nos municípios paranaenses. Este comportamento está ligado ao fato de que os ganhos de produtividade no setor agropecuário permanecerão crescentes e as áreas urbanas ainda serão áreas de atração da população. Outro dado que pode ser derivado desta projeção é número de domicílios. Em 2000, segundo o IparDES (2003), o estado do Paraná registrava 2.664.276 domicílios, sendo que 86,2% eram atendidos pela rede de energia elétrica, já em 2003, de acordo com a PNAD/IBGE, os domicílios atendidos por energia elétrica alcançava 98,6%. Estes números revelam portanto uma densidade de 3,59 habitantes por domicílio. Imaginando uma redução para 3 habitantes por domicílio em 2023⁴², o Paraná teria 3.858.314 domicílios, sendo todos atendidos pela rede de energia elétrica já em 2007, segundo expectativa da Aneel, conforme contrato firmado com a Copel.

⁴² Obedecendo a lógica da transição demográfica.

Os usos energéticos mais comuns para as residências são: a eletricidade para equipamentos eletrodomésticos e de iluminação; a água aquecida para fins de higiene; e o cozimento (Prado, 1981). Adicionalmente, no Paraná há uma maior proporção de utilização de energia para aquecimento interno, em relação ao Brasil.

Com relação à dinâmica econômica, é possível imaginar dois cenários para as próximas duas décadas. No primeiro deles, a taxa de crescimento do PIB do Paraná é relativamente baixa, 2,3% ao ano em média. Nesse cenário, denominado A, o setor agropecuário da economia paranaense permanece com uma participação importante do produto e os setores industrial e de serviços avançam debilmente. No cenário B, o PIB paranaense cresce a uma taxa de 3,8% ao ano em média. Observa-se um declínio da participação do setor agropecuário, apesar do aumento da produtividade e do crescimento econômico. O setor industrial e de serviços, neste cenário de maior crescimento, ganham participação até 2023. Ambos os cenários levam em conta que a mudança estrutural da economia paranaense, ocorrida desde os anos setenta, permaneceria ao longo das próximas duas décadas, porém de modo mais brando.

A participação diferenciada dos setores agropecuário, indústria e serviços nos dois cenários é explicada pelo contexto nacional. Numa situação de crescimento débil no Paraná e no Brasil, refletido pelo cenário A, o mercado externo exerce mais atração do que o relativamente enfraquecido mercado interno. Conseqüentemente, o setor agropecuário paranaense, tradicionalmente voltado para a exportação, seria beneficiado. No cenário B, de maior crescimento, o mercado interno estaria fortalecido relativamente em relação ao externo. Desse modo, seriam favorecidos os setores industriais e de serviços, relativamente mais sensíveis ao setor agropecuário, pelo desempenho econômico interno⁴³.

Cabe destacar que os ritmos de crescimento estabelecidos nos cenários sugerem que o PIB paranaense possa duplicar entre dezenove anos (cenário B) e trinta e um anos (cenário A). As tabelas 3.3 e 3.4 demonstram como a participação setorial varia em cada cenário.

TABELA 3.3 – CENÁRIO A – PARTICIPAÇÃO SETORIAL

Crescimento Médio do PIB Paraná de 2,3% ao ano

	<i>Agropecuária</i>	<i>Indústria</i>	<i>Serviços</i>	<i>Renda Per Capita</i>
2000 (observado)	13,66%	41,27%	45,07%	R\$ 6.898
2007	13,94%	41,03%	45,03%	R\$ 7.545
2011	14,12%	40,88%	45%	R\$ 7.959
2015	14,28%	40,75%	44,97%	R\$ 8.441
2019	14,45%	40,61%	44,94%	R\$ 8.996
2023	14,62%	40,48%	44,9%	R\$ 9.615
Cresc. Médio ao ano	2,6%	2,11%	2,28%	1,45%

Fonte : Iparides (2003, p.52), Ipeadata (2004) e Elaboração Própria

TABELA 3.4 – CENÁRIO B – PARTICIPAÇÃO SETORIAL

Crescimento Médio do PIB Paraná de 3,8% ao ano

	<i>Agropecuária</i>	<i>Indústria</i>	<i>Serviços</i>	<i>Renda Per Capita</i>
2000 (observado)	13,66%	41,27%	45,07%	R\$ 6.898
2007	12,17%	40,71%	46,92%	R\$ 8.354
2011	11,39%	40,40%	48,2%	R\$ 9.341
2015	10,66%	40,08%	49,51%	R\$ 10.500
2019	9,98%	39,77%	50,86%	R\$ 11.862
2023	9,65%	39,47%	52,25%	R\$ 13.439
Cresc. Médio ao ano	1,93%	3,51%	4,46%	2,94%

Fonte : Iparides (2003, p.52), Ipeadata(2004) e Elaboração Própria

A estrutura setorial observada nos dois cenários possui tendências distintas. No cenário A, a alteração em duas décadas, em relação ao ano de 2000, é mínima se comparada à

⁴³ Como corolário, imagina-se que o crescimento da economia mundial estaria entre o crescimento interno apontados no cenário A e B. Consequentemente, o crescimento médio anual da economia mundial nas

alteração que ocorre no cenário B. Torna-se importante notar que a evolução setorial proposta no cenário B culmina no final de duas décadas num perfil próximo ao observado pela economia brasileira em 2001⁴⁴.

Os números constantes nos cenários A e B, combinados com o cenário populacional, permitem construir um cenário para a evolução da renda per capita, conforme exposto nas tabelas anteriores. No cenário A, o PIB atingiria a cifra de R\$ 111,3 bilhões em 2023, com renda per capita de R\$ 9,6 mil. No cenário B, por sua vez, o PIB alcançaria R\$ 155,5 bilhões e a renda per capita estaria situada em R\$ 13,4 mil. Como consequência da evolução na renda per capita é natural aguardar que o acesso a uma maior qualidade de vida e a bens de consumo materialize-se. Inevitavelmente, nessas condições, mais eletrodomésticos e aparelhos de lazer, consumidores de energia, seriam incorporados à rotina dos paranaenses, tendendo a aumentar a intensidade energética do setor residencial⁴⁵.

Quanto ao setor de transportes, também é possível projetar o potencial consumo conforme o número de veículos habilitados. Cabe a ressalva de que não apenas os veículos paranaenses obtêm energia para funcionamento dentro do território paranaense. O fluxo de caminhões transportando a safra agrícola para o porto de Paranaguá é apenas um exemplo, dentre muitos, de consumo da frota “externa”. Contudo, dada a dificuldade de dimensionar o consumo deste movimento, é válido adotar a projeção da frota estadual como variável “*proxy*” da frota consumidora.

No cenário A há uma evolução da frota inferior à observada no cenário B, de maior crescimento econômico. A eficiência dos veículos, porém, obedece à lógica de se manter a eficiência congelada. O estudo do MME (2002) trabalha com um cenário de queda no número da relação habitantes/veículos de 3,8% ao ano. Esta queda está relacionada a um crescimento econômico de 4,5% ao ano, ou seja supõe-se uma elasticidade-renda de 0,844. Todavia, é importante fazer uma ressalva: as projeções do MME (2000) dizem respeito apenas ao ciclo Otto⁴⁶ e nesta dissertação são considerados, também, os veículos com utilização do diesel.

próximas duas décadas estaria entre 2,3% aa e 3,8%aa.

⁴⁴ Nesta ocasião, segundo IBGE (2002), a participação do setor serviços era de 56%, do setor industrial 36% e do setor agropecuário de 8%.

⁴⁵ Recordando que se trabalha com um cenário de eficiência congelada.

⁴⁶ Motores à combustão movidos por gasolina, álcool e gás natural.

Em 2000, o Paraná possuía 2,37 milhões de veículos registrados, o que perfazia uma relação de 4,03 habitantes por veículo, conforme tabela 3.5 abaixo. Imaginando uma elasticidade-renda de 0,9⁴⁷ para a queda da relação habitantes/veículos no estado do Paraná até 2023, é estabelecido um ritmo de crescimento de 3,4% ao ano para a frota veicular no cenário B, e para o cenário A um crescimento de 1,9% ao ano. Pelas projeções, a frota veicular paranaense em 2023 teria entre 4,6 milhões e 4,88 milhões de veículos.

TABELA 3.5 – EVOLUÇÃO DA FROTA VEICULAR PARANAENSE

	<i>Cenário A</i>	<i>Hab./Veículos</i> <i>(Cenário A)</i>	<i>Cenário B</i>	<i>Hab./Veículos</i> <i>(Cenário B)</i>
2000 (observado)	2.371.726	4,03	2.371.726	4,03
2007	2.713.584	3,78	3.001.209	3,42
2011	3.051.128	3,49	3.231.932	3,29
2015	3.519.560	3,12	3.728.122	2,95
2019	4.038.626	2,8	4.277.947	2,64
2023	4.611.436	2,51	4.884.701	2,37

Fontes: Elaboração Própria com base em dados do DENATRAN (2004).

É importante lembrar que o consumo do setor transportes apresenta concentração no subsetor rodoviário, que responde por 87% do consumo final energético em 2002. Esta participação caracteriza uma estabilização relativa, já que em 1980 este percentual era de 90,45%, em 1990 era de 92% e no ano 2000 era de 88%.

Para os demais subsetores inseridos em transporte será adotada como hipótese as seguintes elasticidades-renda: 2 para o subgrupo aéreo; 1,12 para o subgrupo ferroviário; e 2 para o subgrupo aquaviário. As elasticidades-renda observadas durante os anos noventa foram de 4,29 para o subsetor aéreo, de 1,12 para o subsetor ferroviário, e de 4,78 para o

⁴⁷ Uma queda mais lenta do que aquela que consta no cenário do MME (2002), pois há um universo de categorias veiculares maior contemplado na análise. Assim, a redução do número de habitantes por veículos é mais inelástico.

subsetor aquaviário⁴⁸. Todavia, se adotadas estas elasticidades-renda observadas durante os anos noventa o crescimento relativo do consumo do subgrupo aéreo, por exemplo, alcançaria no cenário B, de maior crescimento econômico, a absurda situação de consumo superior ao do subsetor rodoviário. Como tal fato tornaria os cenários irrealistas, optou-se por uma elasticidade-renda mais contida.

Ainda no setor transportes, é preciso considerar que o preço é uma variável importante, conforme demonstrado na seção 3.1. Em função da escassez de recursos, da dispendiosa prospecção e da instabilidade geoplítica (ver capítulo dois), o preço do petróleo tende a encarecer-se no mercado internacional e com maior volatilidade, tornando por consequência os seus derivados menos atraentes ao consumidor. Com efeito, tal cenário contribuiria para a diversificação das fontes no setor transporte, favorecendo o álcool e o gás natural. Este último seria favorecido, principalmente a partir de 2011, quando existe a expectativa de que as reservas de gás da Bacia de Santos estariam já disponibilizadas ao consumidor. A descoberta das reservas de Santos, totalizando 400 milhões de metros cúbicos triplicou as reservas comprovadas, até 2002, em território brasileiro. Existe, em paralelo, grande interesse do governo paulista em agilizar a exploração das reservas esbarrando contudo na infra-estrutura necessária e na definição de regras regulatórias de prospecção e comercialização do produto (Revista Bovespa, 2004). A hipótese aqui adotada será de intensificação do uso para transportes a partir de 2011, quando acredita-se que as indefinições já estejam superadas. O álcool, por sua vez, já provou sua disponibilidade tecnológica e com algum subsídio é perfeitamente competitivo na oferta para o grupo de transportes⁴⁹. Desse modo, é razoável imaginar que estas duas fontes possam aumentar significativamente a sua participação na matriz energética de transportes.

No setor industrial, os cenários A e B têm diferenças fundamentais que ultrapassam a questão do tamanho do setor na economia. Na verdade, o cenário A mantém a configuração percentual dos sub-setores do setor industrial idêntica em 2023 àquela verificada em 2000, tal como ocorre com a distribuição entre os setores (tabela 3.3). Já no cenário B, ocorrem mudanças na distribuição percentual da participação no produto dos sub-setores. Os sub-

⁴⁸ A elasticidade-renda foi calculada utilizando o consumo dos subgrupos em milhares de TEP e a evolução do PIB paranaense no período entre 1991 e 2000.

setores tradicionais perdem espaço para os sub-setores inovativos e de alto valor agregado. Essa lógica obedece àquela adotada para a construção do cenário B entre os setores econômicos (tabela 3.4). É coerente portanto adotar uma elasticidade-renda para o consumo energético final maior no cenário B do que no cenário A, uma vez que os sub-setores inovativos incorporam maior tecnologia e teoricamente serão mais eletro-intensivos⁵⁰.

Finalmente, vale destacar que para os grupos energético, agropecuário, comercial e do setor público, será adotada a elasticidade-renda observada durante os anos noventa. Essas elasticidades-renda são inelásticas para os setores agropecuário e energético, sendo respectivamente de 0,87 e de 0,99, ao passo que para os grupos setor público e comercial são superiores à unidade, sendo elas respectivamente de 1,06 e 1,45. Cabe reforçar que esses quatro setores somados representavam 17,5% do consumo energético final paranaense no ano 2000.

3.3 – RESULTADOS PARA A MATRIZ ENERGÉTICA PARANAENSE

3.3.1 – Resultados Para o Setor Residencial

A projeção da demanda de energia para o setor residencial neste trabalho apenas considerará o efeito-renda e o a evolução do número de domicílios. O efeito preço estará ausente da análise, pois se mostrou insignificante, conforme análise da seção 3.1.

Em 2000 o consumo residencial, pelos dados do balanço energético paranaense, totalizava 1,3 milhão de TEP. Levando-se em conta o número de domicílios existentes no Paraná, os dados proporcionam uma média de consumo de 0,487 TEP por unidade residencial no ano 2000. Em paralelo, conforme foi verificado também na seção 3.1, a elasticidade-renda durante o período 1987-2000 esteve na magnitude de 0,89. A construção da trajetória da demanda do setor residencial levará em conta essas duas informações e o número total de domicílios. Dessa forma, a conta é bem simples, já que se trabalha com a opção de eficiência congelada. Anualmente, o consumo médio das residências é expandido considerando-se uma elasticidade-renda de 0,89. Como foram propostos dois cenários de crescimento econômico,

⁴⁹ A esse respeito ver Lopes (1999).

haverá duas trajetórias de evolução do consumo médio das residências. Por fim, o consumo total é calculado multiplicando-se o consumo médio pelo total de residências, cuja evolução futura segue a hipótese construída no cenário desenhado na seção 3.2 e especificada na tabela 3.2. Com este critério, pode-se observar na tabela que o consumo do setor residencial alcança em um cenário de menor crescimento (A) um total de aproximadamente três milhões de TEP em 2023 e de quatro milhões de TEP no cenário de maior crescimento, conforme explicita a tabela 3.6. O consumo médio, inelástico em relação a renda, alcança um intervalo entre 0,777 TEP (cenário A) e 1,048 TEP (cenário B). Trata-se importante ressaltar que como a densidade média dos domicílios diminui (tabela 3.2), o consumo final energético residencial per capita eleva-se em ritmo superior ao do consumo médio por residência.

TABELA 3.6 – CENÁRIOS A e B – CONSUMO PROJETADO PARA O SETOR RESIDENCIAL

	<i>Consumo Médio Residencial</i> <i>(em TEP)</i>		<i>Nº Residências</i>	<i>Consumo Total</i> <i>(em mil TEP)</i>	
	Cenário A	Cenário B	Cenários A e B	Cenário A	Cenário B
2000 (observado)	0,487	0,487	2.664.976	1.300	1.300
2007	0,562	0,615	2.946.169	1.656	1.814
2011	0,609	0,703	3.167.876	1.931	2.228
2015	0,661	0,803	3.392.736	2.243	2.726
2019	0,717	0,918	3.620.642	2.596	3.323
2023	0,777	1,048	3.858.314	2.999	4.045

Fonte : Elaboração Própria com dados da Tabela 3.2 e Balanço Energético do Paraná 2003.

A distribuição por fontes secundárias e primárias no consumo energético final registraria queda da participação da lenha, dada a ampliação de domicílios atendidos pela eletrificação (tabela 3.2), e aumento da participação do GLP e da Eletricidade como consequência. A queda da lenha ocorreria a um ritmo de meio ponto percentual ao ano na

⁵⁰ É verdade, contudo, que estão mais sujeitos a adoção de técnicas mais eficientes de uso do recurso energia. Todavia, adota-se, nunca é demais lembrar, um cenário de eficiência congelada.

participação relativa. O consumo de eletricidade absorveria 80% desse declínio (ou 0,4 ponto percentual ao ano), enquanto o GLP absorveria os 20% restantes (ou 0,1 ponto percentual ao ano). O lento declínio do carvão vegetal é incorporado pela eletricidade e a participação do querosene mantém-se constante. A tabela 3.7 sintetiza a evolução percentual do uso de fontes energéticas para o setor residencial

TABELA 3.7 – PARTICIPAÇÃO RELATIVA DAS FONTES NO SETOR RESIDENCIAL

	<i>GLP</i>	<i>Eletricidade</i>	<i>Lenha</i>	<i>Carvão Vegetal</i>	<i>Querosene</i>
2000 (observado)	35,5%	30,3%	31,4%	2,3%	0,5%
2007	36,2%	33,5%	27,9%	1,9%	0,5%
2011	36,6%	35,4%	25,9%	1,6%	0,5%
2015	37,0%	37,3%	23,9%	1,3%	0,5%
2019	37,4%	39,2%	21,9%	1,0%	0,5%
2023	37,8%	41,1%	19,9%	0,7%	0,5%

Fonte : Elaboração Própria com dados da Tabela 3.2 e Balanço Energético do Paraná 2003.

3.3.2 – Resultados Para o Setor Transportes

O consumo individual médio da frota veicular paranaense em 2000 era de 1,47 TEP por veículo⁵¹. Tal eficiência será mantida congelada para a projeção da matriz energética paranaense. Combinando esse resultado com os cenários A e B, expostos na tabela 3.5, alcança-se o total do consumo final energético no decorrer dos anos. Ao mesmo tempo, considerando-se as elasticidades-renda durante os anos noventa para os demais subsetores (aéreo, acquaviário e ferroviário), obtém-se o total do consumo final energético ao longo dos anos para o setor transportes como um todo. No cenário A, como ilustrado na tabela 3.8 abaixo, o consumo total do setor transportes alcançaria oito milhões de TEP. Este consumo, se confirmado, seria 2 vezes maior do que o consumo observado em 2000. Em compensação o consumo no cenário B seria bem maior, dada a grande elasticidade-renda observada para os subsetores aéreo e acquaviário, além da frota veicular superior.

TABELA 3.8 – CENÁRIO A – CONSUMO PROJETADO PARA O SETOR
TRANSPORTES (Mil TEP)

	<i>Rodoviário</i>	<i>Ferroviário</i>	<i>Aéreo</i>	<i>Acquaviário</i>
2000 (observado)	3488	68	127	284
2007	3987	81	174	389
2011	4483	90	208	466
2015	5179	100	249	558
2019	5931	110	298	667
2023	6779	122	357	799

Fonte : Elaboração Própria com dados da Tabela 3.5 e Balanço Energético do Paraná 2003.

Outra questão importante refere-se a composição das fontes energéticas no consumo do grupo transportes, que tem suas particularidades. Neste grupo, tal como no industrial, pode-se perceber um incremento do gás natural na matriz de consumo, bem como do álcool. O preço dos derivados do petróleo em alta e com volatilidade crescente mantém-se prejudicando essas fontes.

TABELA 3.9 – CENÁRIO B – CONSUMO PROJETADO PARA O SETOR
TRANSPORTES (Mil TEP)

	<i>Rodoviário</i>	<i>Ferroviário</i>	<i>Aéreo</i>	<i>Acquaviário</i>
2000 (observado)	3488	68	127	284
2007	4407	91	212	474
2011	4756	108	284	636
2015	5478	127	381	852
2019	6290	150	511	1142
2023	7170	177	685	1531

Fonte : Elaboração Própria com dados da Tabela 3.5 e Balanço Energético do Paraná 2003.

⁵¹ Aqui se considera apenas o consumo do subgrupo transporte rodoviário.

Em ambos os cenários os preços dos insumos observam um comportamento idêntico, beneficiando, reforça-se, o gás natural e o álcool em relação a derivados do petróleo. Portanto, é razoável imaginar uma maior diversificação das fontes para o setor transportes. Essa diversificação é exposta na trajetória da participação das fontes exposta nas tabelas 3.10 e 3.11. Contudo, a diversificação inicialmente mantém-se tímida, conforme estabelecido no desenho do cenário, mas a partir de 2011 acelera-se.

O ritmo estabelecido para a diversificação, no cenário A, é de incremento anual da participação do álcool e do gás natural em meio ponto percentual ao ano até 2011, quando se acelera para um ritmo de incremento de um ponto percentual ao ano. No cenário B, o ritmo até 2011 é de acréscimo de meio ponto percentual ao ano. Contudo, esse ritmo, a partir de 2011, acelera-se para 1,2 ponto percentual ao ano de acréscimo. Nessas condições, a participação de gás natural e álcool somadas atingiria aproximadamente metade do consumo do setor transportes em 2023. Por fim, vale a pena destacar que a participação da fonte querosene, crescente, justifica-se pela aceleração do consumo do subsetor aéreo, baseado nesta fonte. Todos esses incrementos nas participações de álcool, gás natural e querosene seriam compensados com reduções equivalentes e distribuídas proporcionalmente entre óleo combustível, óleo diesel e gasolina.

TABELA 3.10 – CENÁRIO A - PARTICIPAÇÃO PROJETADA DAS FONTES NO SETOR TRANSPORTE

	<i>Óleo Diesel</i>	<i>Gasolina</i>	<i>Álcool</i>	<i>Gás Natural</i>	<i>Óleo Combustível</i>	<i>Querosene</i>
2000 (observado)	56,2%	24,9%	9,2%	0,0%	6,6%	3,1%
2007	51,3%	22,7%	12,7%	3,5%	6,0%	3,8%
2011	48,6%	21,5%	14,7%	5,5%	5,7%	4,0%
2015	43,4%	19,2%	18,7%	9,5%	5,1%	4,1%
2019	38,1%	16,9%	22,7%	13,5%	4,5%	4,3%
2023	32,9%	14,6%	26,7%	17,5%	3,9%	4,4%

Fonte : Elaboração Própria com dados do Balanço Energético do Paraná 2003.

TABELA 3.11 – CENÁRIO B – PARTICIPAÇÃO PROJETADA DAS FONTES NO
SETOR TRANSPORTE

	<i>Óleo Diesel</i>	<i>Gasolina</i>	<i>Álcool</i>	<i>Gás Natural</i>	<i>Óleo Combustível</i>	<i>Querosene</i>
2000 (observado)	56,2%	24,9%	9,2%	0,0%	6,6%	3,1%
2007	51,1%	22,6%	12,7%	3,5%	6,0%	4,1%
2011	48,0%	21,3%	14,7%	5,5%	5,6%	4,9%
2015	41,4%	18,3%	19,5%	10,3%	4,9%	5,6%
2019	34,8%	15,4%	24,3%	14,3%	4,1%	6,3%
2023	28,1%	12,4%	29,1%	19,1%	3,3%	7,2%

Fonte : Elaboração Própria com dados do Balanço Energético do Paraná 2003.

3.3.3 – Resultados Para o Setor Industrial

O perfil da indústria paranaense no futuro está condicionado ao comportamento da economia. Um ritmo de crescimento maior beneficiaria, nesta hipótese, setores inovativos em maior grau do que os setores tradicionais. É razoável esperar, portanto, que a elasticidade-renda com relação ao consumo final energético seja maior no cenário em que o crescimento econômico beneficie os setores inovativos, que geralmente utilizam em maior quantidade bens de capital dispendiosos em energia.

É verdade que ao se incorporar tecnologia de produção mais avançada no processo produtivo a relação custo/benefício e as potencialidades técnicas favorecem a eficiência energética. Todavia, mais uma vez, lembre-se que está se construindo cenários com eficiência congelada. Como consequência, o cenário A, de menor crescimento, exibe uma elasticidade-renda inferior àquela observada no cenário B, de maior crescimento e mais favorável aos setores inovativos. Desse modo, a elasticidade-renda de 1,235 observada no período de 1987-2000 será a do cenário B, uma vez que ao longo dos anos noventa houve crescimento médio da economia paranaense de 3,44%, levemente menor do que o projetado no cenário B para as próximas duas décadas. A elasticidade-renda do cenário A, contudo, será 90% daquela do cenário B, ou seja 1,115. Os resultados encontram-se na tabela 3.8.

TABELA 3.12 – PROJEÇÃO DE CONSUMO DO SETOR INDUSTRIAL
(mil TEP)

	<i>Cenário A</i>	<i>Cenário B</i>
2000 (observado)	3.840	3.840
2007	4.585	5.294
2011	5.073	6.360
2015	5.614	7.640
2019	6.213	9.178
2023	6.875	11.026

Fonte : Elaboração Própria com dados da Tabela 3.4 e Balanço Energético do Paraná 2003

A distribuição percentual do consumo energético final por fontes energéticas sofre modificações para o setor industrial, conforme apontado na tabela 3.13 na sequência. A participação registrada em 2000 era fragmentada, predominando 17,5% de resíduos de madeira e ainda 17,1% de eletricidade, 15,5% de bagaço de cana, 14,6% de lenha e 12,7% de óleo combustível, apenas para registrar as fontes mais significativas.

Para o cenário A onde os grupos tradicionais seriam mais significativos a participação da lenha e de resíduos de madeira permanece significativa, ao passo que no cenário B declina mais significativamente (ver tabelas 3.13 e 3.14). O bagaço de cana ganha participação pela oportunidade de cogeração e o gás natural ganha força de maneira idêntica àquela que ocorre no grupo transportes (ver seção 3.3.2).

No cenário A, o ritmo de perda de participação da lenha, resíduos de madeira, bagaço de cana e óleo combustível é de 0,2 ponto percentual ao ano (ou 0,8 a cada quatro anos), durante todo o período. O carvão mineral reduz-se 0,025 ponto percentual ao ano (ou 0,1 a cada quatro anos), desaparecendo da matriz energética do Paraná em 2023. Em compensação, ganham participação relativa eletricidade, GLP e gás natural. Até 2011 o gás natural ganha participação de 0,4 ponto percentual ao ano (1,2 em quatro anos), o GLP e a eletricidade ganham participação de 0,25 ponto percentual ao ano (1 a cada quatro anos). Porém, a partir de 2011 a introdução do gás na matriz energética acelera-se e o gás natural

passa a crescer 0,575 ponto percentual ao ano (2,3 pontos percentuais em quatro anos), o GLP cresce 0,15 ponto percentual ao ano (0,6 ponto percentual a cada quatro anos) e a participação da eletricidade cresce 0,075 ponto percentual ao ano (0,3 ponto percentual a cada quatro anos). A projeção dessas hipóteses encontra-se na tabela 3.13, abaixo.

TABELA 3.13 – PROJEÇÃO DA PARTICIPAÇÃO DAS FONTES ENERGÉTICAS –
SETOR INDUSTRIAL - CENÁRIO A

	<i>Eletricidade</i>	<i>Gás</i>	<i>Lenha</i>	<i>Resíduos de</i>	<i>GLP</i>	<i>Bagaço</i>	<i>Óleo</i>	<i>Outras</i>
		<i>Natural</i>		<i>Madeira</i>		<i>de Cana</i>	<i>Combust.</i>	<i>Fontes</i>
2000 (observado)	17,11%	1,15%	14,61%	17,53%	1,02%	15,47%	12,68%	19,53%
2007	18,11%	2,35%	13,81%	16,73%	2,02%	14,67%	11,88%	19,53%
2011	19,11%	3,55%	13,01%	15,93%	3,02%	13,87%	11,08%	19,53%
2015	19,41%	5,85%	12,21%	15,13%	3,62%	13,07%	10,28%	19,53%
2019	19,71%	8,15%	11,41%	14,33%	4,22%	12,27%	9,48%	19,53%
2023	20,01%	10,45%	10,61%	13,53%	4,82%	11,47%	8,68%	19,53%

Fonte : Elaboração Própria com dados das Tabelas 3.4, 3.5 e Balanço Energético do Paraná 2003

Já no cenário B, as fontes que perdem participação e aquelas que ganham são as mesmas do cenário A, contudo as perdas e ganhos ocorrem em compasso distinto. O ritmo de perda de participação da lenha, resíduos de madeira, bagaço de cana e óleo combustível é de 0,375 ponto percentual ao ano (ou 1,5 a cada quatro anos), sendo tal ritmo constante até 2023. O carvão mineral repete a trajetória do cenário A, reduzindo-se 0,025 ponto percentual ao ano (ou 0,1 a cada quatro anos), desaparecendo da matriz energética do Paraná em 2023. O ganho de participação relativa da eletricidade, GLP e gás natural altera-se em 2011. Até 2011 o gás natural e o GLP ganham participação de 0,575 ponto percentual ao ano (2,3 em quatro anos), ao passo que a eletricidade ganha participação de 0,225 ponto percentual ao ano (0,9 no período de quatro anos). Porém, em 2011 o gás natural passa a crescer 0,825 ponto percentual ao ano (3,3 pontos percentuais no quadriênio), o GLP cresce 0,475 ponto percentual ao ano (1,9 ponto percentual em quatro anos) e a participação da eletricidade, à semelhança do

cenário A, cresce 0,075 ponto percentual ao ano (0,3 ponto percentual a cada quatro anos). A projeção dessas hipóteses encontra-se na tabela 3.14, abaixo.

TABELA 3.14 – PROJEÇÃO DA PARTICIPAÇÃO DAS FONTES ENERGÉTICAS –
SETOR INDUSTRIAL - CENÁRIO B

	<i>Eletricidade</i>	<i>Gás</i>	<i>Lenha</i>	<i>Resíduos</i>	<i>GLP</i>	<i>Bagaço de</i>	<i>Óleo</i>	<i>Outras</i>
		<i>Natural</i>		<i>de</i>		<i>Cana</i>	<i>Combust.</i>	<i>Fontes</i>
				<i>Madeira</i>				
2000 (observado)	17,11%	1,15%	14,61%	17,53%	1,02%	15,47%	12,68%	19,53%
2007	18,01%	3,45%	13,11%	16,03%	3,32%	14,47%	11,18%	19,53%
2011	18,91%	5,75%	11,61%	14,53%	5,62%	13,47%	9,68%	19,53%
2015	19,21%	9,05%	10,11%	13,03%	7,52%	12,47%	8,18%	19,53%
2019	19,51%	12,35%	8,61%	11,53%	9,42%	11,47%	6,68%	19,53%
2023	19,81%	15,65%	7,11%	10,03%	11,52%	10,47%	5,18%	19,53%

Fonte : Elaboração Própria com dados das Tabelas 3.4 e 3.5 e Balanço Energético do Paraná

2003

A comparação entre os cenários da participação das fontes energéticas paranaenses no setor industrial, mostra que diferenças expressivas, superior a um ponto percentual, ocorrem no gás natural, lenha, resíduos de madeira, GLP e óleo combustível. A eletricidade e o bagaço de cana não indicam participação percentual diferenciada na comparação entre os cenários.

3.3.4 – Resultados Para Outros Setores

Considerando os setores Agropecuário, Energético, Comercial e Setor Público, a metodologia aplicada foi manter as elasticidades-renda observadas no período dos anos noventa para as próximas décadas. Como há diferença entre os cenários em termos de

crecimento econômico, o consumo desses setores será diferenciado pela trajetória de ambos os cenários.

As elasticidades-renda para esses setores são aquelas expostas no item 3.2, sendo os grupos agropecuário e energético inelásticos e os grupos comercial e setor público exibindo elasticidade superior a unidade. Outra hipótese adotada é que nas próximas duas décadas não haverá mudança de perfil de utilização das fontes energéticas nestes grupos. Assim, a participação observada em 2000 corresponderá a participação observada em 2023.

Com este perfil de consumo e mantendo-se constantes a participação das fontes, conforme hipótese estabelecida, apresentam-se as seguintes participações de consumo energético final por fonte nos dois cenários em 2023, com a trajetória exposta na tabela 3.15. No cenário A, 30,2 % do consumo total será de eletricidade, 22,1% do consumo total será de bagaço de cana, 13,7% de outras fontes secundárias⁵²_[gim4] e 13,4% de óleo diesel. Na sequência a lenha responderia por 9,4% do consumo e demais fontes⁵³_[gim5] 11,1%.

TABELA 3.15 – CENÁRIO A - CONSUMO OUTROS SETORES (Mil TEP)

	<i>Energético</i>	<i>Agropecuário</i>	<i>Comercial</i>	<i>Setor Público</i>
2000 (observado)	929	566	280	156
2007	1088	650	352	185
2011	1273	747	443	219
2015	1491	858	558	259
2019	1745	986	702	306
2023	2043	1132	883	362

Fonte : Elaboração Própria com dados do Balanço Energético do Paraná 2003.

No cenário B, conforme tabela 3.16, a participação seria levemente diferenciada: 26,4% para a eletricidade, 23,1% seria a participação do bagaço de cana, 15,1% a do óleo diesel e 14,1% a de outras fontes secundárias. A lenha ainda responderia por 10,3% da participação setorial e outras fontes por 11%.

⁵² Conforme classificação estabelecida na apuração do Balanço Energético.

TABELA 3.16 – CENÁRIO B - CONSUMO OUTROS SETORES (Mil TEP)

	<i>Energético</i>	<i>Agropecuário</i>	<i>Comercial</i>	<i>Setor Público</i>
2000 (observado)	929	566	280	156
2007	1206	735	364	203
2011	1400	853	422	235
2015	1625	990	490	273
2019	1887	1150	569	317
2023	2191	1335	660	368

Fonte : Elaboração Própria com dados do Balanço Energético do Paraná 2003.

Portanto, um cenário de maior crescimento econômico, especificamente para esses setores, contribui no sentido de diversificar a participação das fontes energéticas. Outra consideração importante é que, dada a relativa pequena participação desses setores no total da matriz energética paranaense, a diferença entre os consumos absolutos nos dois cenários não atinge 10%. No cenário A, esses setores totalizariam um consumo de 4,420 milhões de TEP, ao passo que no cenário B totalizaria 4,553 milhões de TEP.

3.4 – BREVES CONSIDERAÇÕES

A construção dos cenários sócio-econômicos constituiu-se na base para a construção do cenário energético até 2023 do Paraná. Características como o perfil da população, densidade média das residências e evolução econômica, tanto a respeito do crescimento, quanto dos setores, são variáveis importantes.

Os cenários apresentados neste capítulo apontam para um consumo energético final, somando-se os setores, de 22,35 milhões de TEP no cenário A, onde o crescimento econômico é de 2,3% aa. Ao passo que no cenário B, com crescimento econômico de 3,8% aa, o consumo energético final atingiria 29,187 milhões de TEP. Destaca-se que se tais cenários são confirmados, significaria um consumo de 2 a 2,64 vezes o registrado no ano 2000.

⁵³ Outras Fontes seriam Xisto, óleo Combustível, GLP e Gás de Xisto.

Estes cenários adotaram como hipótese, na maior parte das vezes, eficiência congelada. Evidentemente, a eficiência energética será incrementada ao longo das próximas duas décadas. De qualquer forma, este resultado demonstra a importância da eficiência energética. Conforme os cenários, o setor que mais consumiria energia permaneceria sendo o industrial no cenário B, enquanto no cenário A o setor de transportes assumiria a liderança no consumo energético final.

Quanto à evolução da participação das fontes, as condições de oferta são mais determinantes, ganhando importância o preço do insumo ofertado, sobretudo para o setor transportes, e a disponibilidade de reservas e infra-estrutura para o atendimento da demanda. Nesse último aspecto, especialmente o gás natural e seus derivados parecem auspiciosos no Brasil, mas igualmente o são as fontes limpas. Esta discussão, bem como a adoção dos programas de eficiência energética será objeto do próximo capítulo, quando serão discutidas as perspectivas para os indicadores de sustentabilidade ambiental na área energética.

CAPÍTULO 4 – ENERGIA E SUSTENTABILIDADE NO PARANÁ

Como foi visto nos dois capítulos anteriores, o fornecimento energético está sintonizado com os fatos econômicos e políticos. Porém, constatou-se, no primeiro capítulo, que antes a preocupação deveria incorporar ou estar centrada em um consumo energético eficiente no contexto ambiental. Tal consumo, ajustado às necessidades de permanência e perpetuação do planeta, poderá ser alcançado integrando o lado da oferta e da demanda, sendo ambos necessários e complementares.

De posse dos resultados da provável matriz energética paranaense com a “eficiência congelada”, o objetivo deste capítulo é discutir as possibilidades de ampliar, pelo lado da demanda, a eficiência energética e, pelo lado da oferta, de aumentar a participação de fontes renováveis na futura matriz energética paranaense. Ambas as medidas atuando conjugadas contribuiriam decisivamente para auxiliar no alcance de um desenvolvimento sustentável.

4.1 – INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE: PROPOSTAS E INSERÇÃO DA ENERGIA

A mudança de mentalidade introduzida pela preocupação com o meio ambiente também trouxe a questão energética para o cerne do debate a respeito do desenvolvimento econômico. Com a urgência de formulação de um conceito de desenvolvimento sustentável, a ONU recomendou a inclusão de indicadores relativos à energia para contribuir com a mensuração do desenvolvimento sustentado. Como já fora ilustrado no primeiro capítulo, a necessidade de possuir indicadores de sustentabilidade está em tornar o conceito mais tangível. Contudo, quando se possui um conceito amplo como o desenvolvimento sustentável é inevitável que indicadores propostos sejam os mais variados e com diferentes metodologias de apuração.

Quiroga M (2001) conta a história do surgimento dos indicadores de sustentabilidade separando-os em indicadores de primeira, segunda e terceira geração. Os indicadores de primeira geração, a partir dos anos oitenta, correspondem àqueles limitados a um único setor

da atividade econômica (agricultura, por exemplo), ou a uma única preocupação (dispersão de poluentes no ar, por exemplo). Os indicadores de segunda geração, surgidos a partir dos anos noventa, já possuem um enfoque mais amplo incorporando preocupações relativas a condições econômicas, sociais e institucionais (avaliando a corrupção, como exemplo). Já os indicadores de terceira geração estariam por surgir e desse modo se colocam como desafios a serem implementados, uma vez que se tratam de indicadores vinculados entre si, onde a deterioração de um significaria prejuízo aos demais, também. Ao mesmo tempo, os indicadores de terceira geração integrariam regiões mais amplas, reconhecendo a integração da humanidade e do ecossistema.

O programa “*Sustainable Seattle*”, segundo Quiroga M. (2001), é o único com indicadores de desenvolvimento sustentável no nível local. No nível nacional, o Brasil é um dos poucos países a adotar a construção desses indicadores. A experiência brasileira está baseada no denominado “Livro Azul” da *United Nations Publication* (1996). Chile, Estados Unidos e México seriam os únicos países a trabalhar os indicadores também no nível regional. Várias nações desenvolveram indicadores específicos para enfoques ambientais, o que faz com que o atual momento dos indicadores de sustentabilidade esteja posicionado entre a primeira e a segunda geração.

No Brasil, o IBGE tomou a iniciativa de publicação do relatório a respeito dos indicadores de sustentabilidade ambiental, confirmando o país como um dos percussores na implementação e sistematização das informações. A publicação dos Indicadores de Desenvolvimento Sustentável pelo IBGE, em 2002, consolida este esforço, sistematizando os indicadores propostos pela ONU no “Livro Azul”. Na proposta da ONU, por sinal, são contemplados três indicadores relativos a energia, conforme já citado no primeiro capítulo, sendo eles : intensidade energética do PIB, intensidade energética per capita e participação das fontes renováveis no total da matriz energética. Como colocado na introdução deste capítulo os critérios abrangem tanto o lado da demanda, quanto o lado da oferta energética.

Indicadores específicos de sustentabilidade energética foram propostos e sua utilização está se disseminando entre os pesquisadores. Dentre os mais destacados vale a pena citar aqueles propostos por Oliveira e Gutierrez (1998), Laitner (2000), LaRovere et alli

(2001), e por Bermann (2002). Assim, a energia está reconhecida como um elemento importante para a mensuração/avaliação da sustentabilidade do desenvolvimento.

Oliveira e Gutierrez (1998) procuram trabalhar com vários indicadores de sustentabilidade energética, entre eles o consumo final *per capita* de energia, intensidade energética do PIB, mas também sugerem novos critérios de sustentabilidade, tais como: eficiência dos investimentos em infra-estrutura energética (que por sua vez possui diversos critérios), dependência do abastecimento externo, percentual de lares sem cobertura da rede elétrica, esgotamento das reservas naturais de petróleo, poluição atmosférica e inundação de áreas para o represamento de hidrelétricas.

Por sua vez, Laitner (2000) propõe indicadores de qualidade de vida que abordam desde educação até segurança pública, passando pela energia. No caso específico da energia o único indicador proposto vem de encontro com o Livro Azul da ONU ao privilegiar a eficiência energética do PIB como “o” critério. Este critério bastaria, pois teria consequências diretas sobre a emissão de gases, por exemplo. Segundo a argumentação deste autor, o uso ineficiente de recursos energéticos contribui para a degradação ambiental e limita o processo de criação de empregos. Como se não bastasse, uma incompleta combustão de energia acaba por agravar a contaminação do ar e dessa forma acelera o processo de mudança do clima global e contribui decisivamente para a destruição da camada de ozônio. A iniciativa de Leitner está inserida dentro de uma proposta maior, cuja primeira manifestação se encontra em Henderson (1991), que estabelece diversos critérios de qualidade de vida de modo a confronta-los com os tradicionais indicadores econômicos como o PIB (Produto Interno Bruto) por exemplo.

Já Costa e La Rovere (2002), baseados na sugestão da Helio Internacional, trabalham com outros indicadores de sustentabilidade energética, específicos para o caso brasileiro e a avaliação deles é feita através de uma comparação internacional e intertemporal. Os indicadores são: emissões de CO₂ do setor energético per capita, poluentes locais, acesso à eletricidade no meio rural, consumo de eletricidade residencial per capita, vulnerabilidade energética, importância do setor público nos investimentos energéticos não renováveis, intensidade energética do PIB, ou PNB, e difusão de energias renováveis. Estes oito

indicadores são divididos em categorias que compõe os aspectos do desenvolvimento sustentável: econômico, social, ambiental e tecnológico.

Torna-se importante observar que dentre os indicadores propostos por Costa e La Rovere (2002) constata-se a presença de dois dos três indicadores propostos pelo Livro Azul da ONU: intensidade energética do PIB e difusão de fontes renováveis, sendo que o Terceiro indicador adotado por ambos os autores, consumo de eletricidade residencial per capita, tem uma relação muito próxima com o de intensidade energética per capita, que é o indicador sugerido pela ONU. Os resultados deste trabalho mostram que entre 1990 e 1999, tomando o Brasil como área de estudo, houve deterioração do indicador para a participação de fontes renováveis na matriz energética, insignificante alteração para a intensidade energética do PIB e leve deterioração para os indicadores de consumo de eletricidade residencial per capita. Tais resultados encontram coerência com os resultados publicados pelo IBGE (2003) que apontam deterioração no indicador de consumo de energia per capita e ao mesmo tempo, assinalam uma insignificante alteração na intensidade energética do PIB. Em paralelo, a participação das fontes renováveis no total da matriz energética do Brasil declina, apontado pelos dois estudos, sempre se considerando o período compreendido entre 1992 e 2000.

Bermann (2002) também propõe indicadores de sustentabilidade energética privilegiando o acesso das populações ao consumo. Sua primeira sugestão é a participação do uso da dendroenergia (lenha e carvão vegetal) no consumo energético do setor residencial. Outras importantes sugestões são: a taxa de eletrificação dos domicílios; a posse de equipamentos eletrodomésticos básicos; a carência energética; e os gastos energéticos em função da renda familiar. Porém, ele não descarta também aqueles relacionados ao meio-ambiente, tais como emissões de CO₂ e a participação das fontes energéticas renováveis na matriz energética. Bermann (2002) segue propondo indicadores interessantes como o número de empregos por consumo energético segundo setores selecionados, acesso a informações relacionadas ao suprimento energético e por fim, a eficiência energética. Os indicadores por ele propostos seriam, portanto, classificados como de segunda geração, conforme definição de Quiroga M. (2001). O caráter plural das propostas de indicadores é reconhecido nas seguintes palavras de Bermann (2002, p. 53):

“Busca-se (...) identificar as questões energéticas que possuem a capacidade de explicitar **relações de sustentabilidade**, envolvendo energia e **equidade**, energia e **meio ambiente**, energia e **emprego**, energia e **eficiência**, e energia e **democracia**.” (grifos originais)

Nesse momento, cabe considerar que o critério participação das fontes renováveis, por exemplo, no total da oferta energética possui limitações, considerando-se uma ótica de desenvolvimento sustentado, já que seus efeitos sobre o meio-ambiente, embora pequenos se comparados a fontes não-renováveis, se fazem presentes, como será discutido adiante. Os demais indicadores podem apresentar limitações semelhantes, mas mais uma vez a importância dos indicadores é a de proporcionar critérios e medidas para orientar ações.

O passo seguinte à elaboração dos indicadores é transformar esses indicadores em políticas efetivas de melhoria para o meio ambiente. O Ministério do Meio Ambiente reconhece a importância e incorpora à agenda 21, documento que delineia as políticas para o meio ambiente e sustentabilidade, a energia como fator de preocupação. Este documento reconhece a eficiência energética e as fontes renováveis como os principais instrumentos para que a energia não seja um estorvo à sustentabilidade, o que pode ser comprovado neste trecho de MMA (2000, p. 88):

“Com efeito, o grande desafio que se coloca para um país em desenvolvimento, como o Brasil, é promover o crescimento da economia e o aumento do bem-estar da população sem que com isso tenha de incorrer no aumento proporcional do consumo de energia. Ou seja, a dissociação entre as taxas de crescimento econômico e as taxas de crescimento do consumo de energia é um requisito fundamental para que o país se desenvolva com um mínimo dano ambiental. ”

Embora os indicadores de desenvolvimento sustentável compilados pelo IBGE para a realidade brasileira estejam em sua maior parte discriminados também no nível estadual, isto não ocorre com os três indicadores energéticos. Portanto, para atender o objetivo do trabalho serão explorados os cenários construídos no capítulo anterior para a construção dos três indicadores propostos pelo Livro Azul da ONU no Paraná. Esse esforço ganha realce

quando se tem consciência dos poucos países que exploram indicadores de sustentabilidade no contexto regional. Torna-se mais conveniente a construção dos indicadores regionalizados já que em grande medida o conceito de sustentabilidade está relacionado ao nível local, conforme destacadas inúmeras vezes em “Nosso Futuro Comum” ou Relatório Brutland.

4.2 – CENÁRIOS PARA OS INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE ENERGÉTICA NO PARANÁ

A partir do cenário construído no capítulo anterior, esta seção incorporará a discussão a respeito da trajetória projetada dos indicadores de sustentabilidade energética. Como os cenários foram elaborados com “eficiência congelada”, o objetivo é demonstrar o fato de que eficiência energética e oferta de fontes energéticas renováveis deve se intensificar ao longo das próximas duas décadas para que haja uma melhora na trajetória dos indicadores de sustentabilidade eleitos para análise.

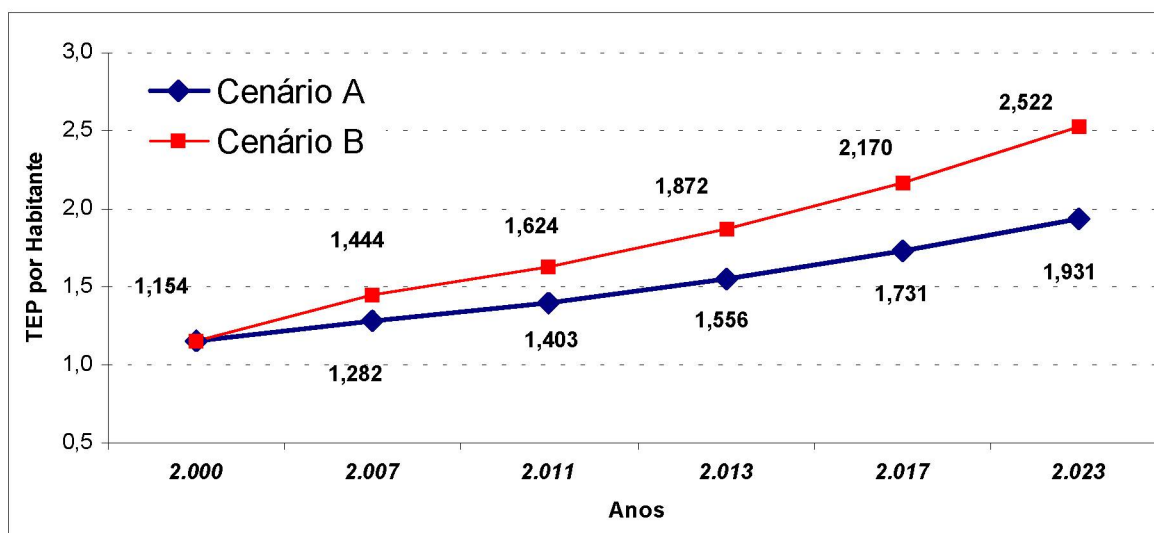
O primeiro dos indicadores a ser avaliado é a intensidade energética per capita dentro dos períodos de quatro anos estabelecidos anteriormente. A intensidade energética *per capita* é dada pela razão entre o consumo final energético e a população total da região, sendo os dados encontrados nas tabelas do capítulo 3. Para a população existe um único cenário, ao passo que para o consumo energético final existem dois cenários.

Torna-se importante sublinhar que o trabalho do IBGE (2002) apresenta o indicador na unidade GJ (gigajoules) por habitante. Contudo, é feita uma ressalva no trabalho de que os dados estão disponíveis em TEP, sendo porém convertidos a uma constante de 45,22 GJ por 1 TEP, padrão fornecido pelo MME (IBGE, 2002, p. 140).

Pelas trajetórias apresentadas nos dois cenários (ver gráfico 4.1), haveria uma deterioração da intensidade energética *per capita*. Esse processo estaria condicionado pelas hipóteses adotadas na elaboração dos cenários, que levam em conta a dinâmica setorial da economia. Num cenário de maior crescimento o setor de serviços ganha participação, mas o setor industrial tende a incorporar setores inovativos e de maior absorção de bens de capital.

Ademais, a renda média é elevada, com reflexos sobre o padrão de consumo da população e dos domicílios e do uso de bens de consumo duráveis para transportes e utilidade doméstica.

GRÁFICO 4.1 – INTENSIDADE ENERGÉTICA PER CAPITA – CENÁRIOS A e B



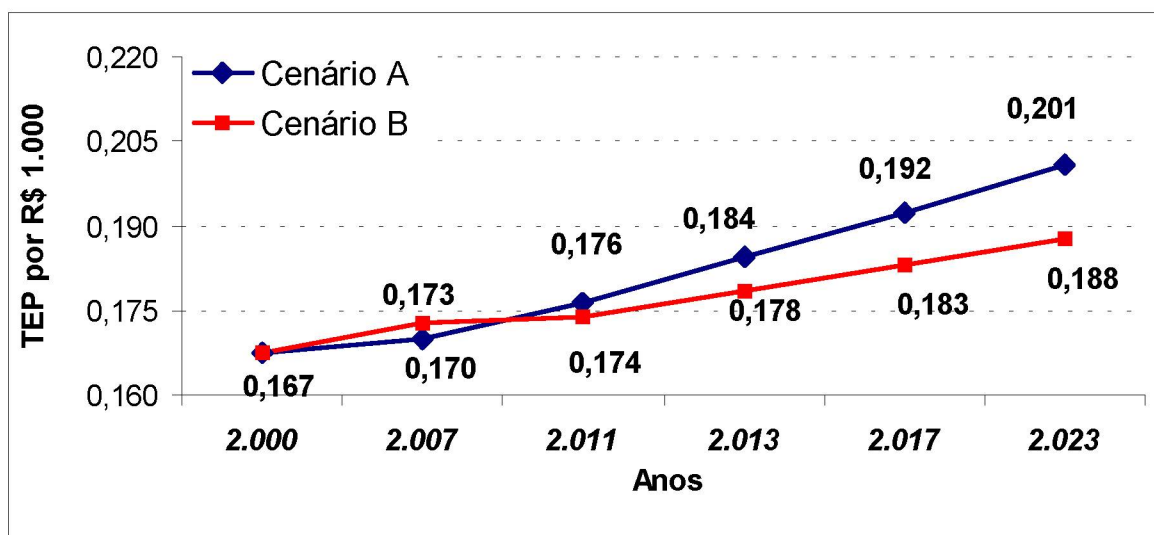
Fonte : Elaboração Própria com dados das Tabelas 3.2, 3.6, 3.8, 3.9, 3.12, 3.15 e 3.16

A trajetória demonstrada pelos cenários reforça a percepção de que a eficiência energética deve ser incrementada pois o efeito de sua ausência além de acumulativo, é dificultado pela incorporação de equipamentos na produção e no consumo, ou em outros termos acelera a entropia. Pelos resultados obtidos, o ganho necessário de eficiência energética é alto apenas para manter constante a intensidade energética *per capita* no nível de 2000. É uma constatação que independe do crescimento da economia, seja este crescimento mais acentuado ou não.

A trajetória obtida para a intensidade energética do PIB (contida no gráfico 4.2) indica um resultado curioso: o cenário de menor dinamismo econômico, o “A”, cujo crescimento médio é de 2,3% aa, é aquele que apresenta a maior deterioração da intensidade energética do PIB, consequência da estagnação do setor de serviços na economia, menos intenso no uso de energia. De qualquer forma, a intensidade energética de ambos cenários é próxima e cresce a um ritmo mais lento do que o observado no cenário de intensidade energética per capita. Isto, naturalmente, decorre do fato de a população crescer

num ritmo menor do que o produto, em outras palavras do crescimento do denominador dos dois critérios.

GRÁFICO 4.2 – INTENSIDADE ENERGÉTICA DO PIB – CENÁRIO A e B



Fonte : Elaboração Própria com dados das Tabelas 3.2, 3.6, 3.8, 3.9, 3.12, 3.15 e 3.16

As preocupações com os ganhos de eficiência energética não se reduzem pelos resultados da intensidade energética do PIB. A eficiência permanece sendo uma necessidade, aqui assumindo um papel mais relacionado com a produção. Equipamentos industriais e processos produtivos poupadores de energia são importantes para esse indicador, bem como a vocação da economia paranaense nos próximos vinte anos. Esta vocação pode estar direcionada para uma base industrial voltada para regiões mais desenvolvidas, ou para uma economia de serviços e criando uma dinâmica própria.

Para completar os indicadores de sustentabilidade propostos pelo Livro Azul da ONU, resta avaliar a participação das fontes renováveis na oferta da matriz energética paranaense. Em 2000, o Paraná, segundo Copel (2003), ofertava o equivalente a 21,117 milhões de TEP, embora seu consumo final energético fosse de apenas 11,039 milhões de TEP. A maior parte da parcela desta oferta, 50,15%, provinha de fontes não renováveis e

49,85% provinham de fontes renováveis⁵⁴. Para termos de comparação, a oferta de energia não renovável no Brasil, no ano de 2000, era de 60,6%. O perfil paranaense de oferta de energia renovável, acima da média nacional, é explicado pela grande produção hidroelétrica, sobretudo a da usina de Itaipu.

Acrescente-se que no lado da demanda 54% das fontes utilizadas em 2000 eram não renováveis e 46% provinham de fontes renováveis. Um perfil relativamente próximo àquele observado na oferta de fontes energéticas. Reconhecendo a ligação entre ambas, será examinado o perfil da demanda por fontes energéticas resultantes dos cenários do capítulo anterior.

Uma característica marcante é que o perfil de demanda que consta dos cenários mostra crescente participação do gás natural. Essa demanda é, como já foi mencionado no capítulo anterior, favorecida pela descoberta das reservas de gás na Bacia de Santos e a intenção do governo estadual paulista em viabilizar o quanto antes a exploração dos recursos. Certamente, essa mudança terá impacto no consumo paranaense como os cenários do capítulo anterior mostraram. Sendo assim, a principal mudança na oferta energética paranaense é o crescimento do gás natural, principalmente a partir de 2011.

Os resultados obtidos no cenário A (ver gráfico 4.3), demonstram um certo equilíbrio entre fontes renováveis e não renováveis no lado da demanda. A participação do gás aumenta, mas é compensado pela queda de óleo combustível, gasolina e óleo diesel, derivados do petróleo. A hidroeletricidade mantém uma participação constante durante as próximas duas décadas. Em suma, a distribuição entre fontes renováveis e não-renováveis permanece idêntica à observada em 2000 do lado da demanda.

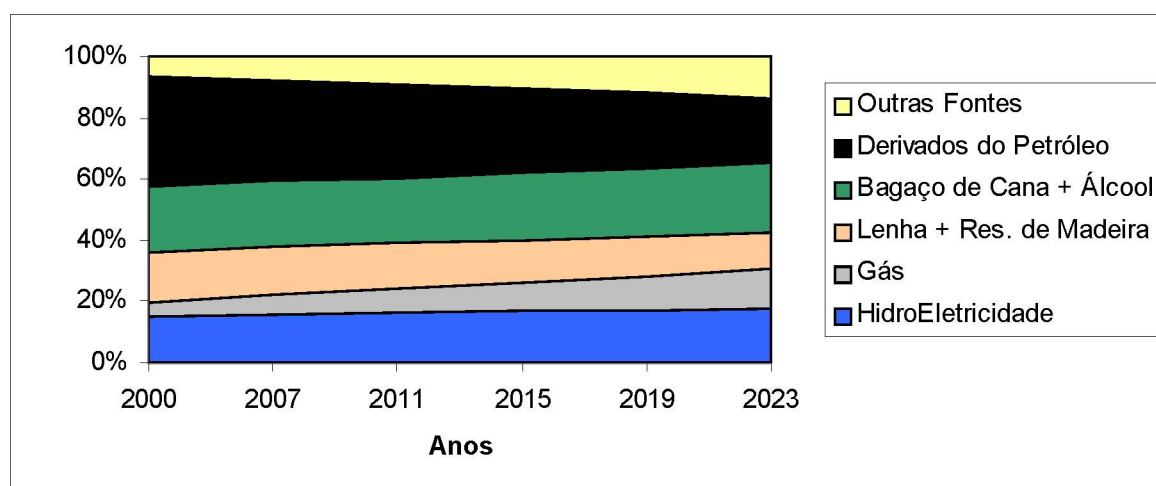
Isto traz como consequência que o balanço entre fontes renováveis e não-renováveis no lado da oferta permanecerá idêntica, dividindo em partes iguais a oferta energética paranaense. Desse modo, não haveria até 2023 melhora significativa no índice de oferta de fontes energéticas renováveis no estado do Paraná.

O cenário B, por seu turno, traz alguns outros resultados (ver gráfico 4.4). Levando-se em conta o cenário apresentado no capítulo anterior o gás natural, o combustível fóssil

⁵⁴ Considera-se lenha, energia hidráulica e carvão vegetal como energias renováveis. Esta classificação, todavia, necessita ser qualificada como se verá adiante.

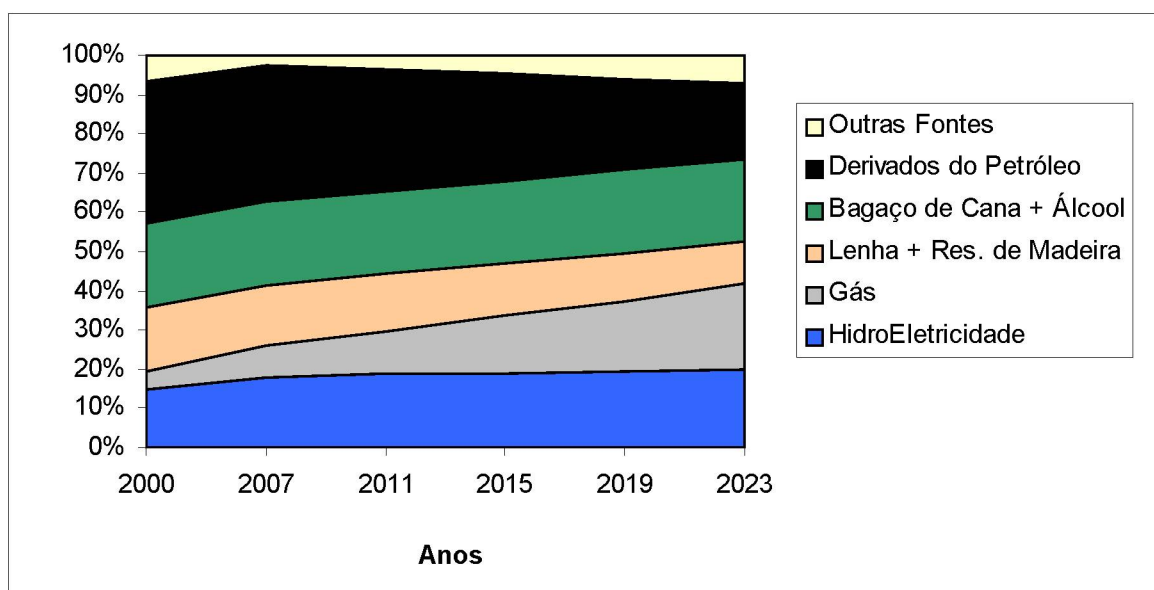
menos intensivo em carbono, ganha predominância na matriz energética paranaense. Neste cenário a participação do gás natural na demanda energética paranaense é crescente, com um declínio persistente dos derivados de petróleo. Mais uma vez, tal como no cenário A, a hidroeletricidade mantém participação constante, ao mesmo tempo em que a utilização da lenha e resíduos de madeira no consumo energético final declina. Neste cenário a queda dos derivados de petróleo é mais do que compensada pela crescente participação do gás natural. Ademais, a queda da lenha, mais abrupta neste cenário contribui para que as energias renováveis percam participação na demanda.

**GRÁFICO 4.3 – PARTICIPAÇÃO DAS FONTES NO CONSUMO ENERGÉTICO FINAL
– CENÁRIO A**



Fonte : Elaboração Própria com base nos cenários do Capítulo 3

GRÁFICO 4.4 – PARTICIPAÇÃO DAS FONTES NO CONSUMO ENERGÉTICO FINAL
– CENÁRIO B



Fonte : Elaboração Própria com base nos dados dos cenários do Capítulo 3

Tal comportamento é refletido na oferta energética, favorecendo a oferta de não-renováveis, baseada no gás natural. Desse modo, a participação em partes quase iguais verificadas em 2000 é suplantada por uma participação que tende a aproximar-se de 53% para os não-renováveis, enquanto fixa-se em 47% para as fontes renováveis.

Neste sentido, enquanto no cenário A verifica-se uma estabilidade na participação das fontes renováveis no total da matriz, no cenário B há uma leve deterioração. De qualquer modo, os dois cenários mostram uma tendência que aparentemente se firmará nas próximas décadas, sobretudo após descobertas de reservas de gás natural: um esgotamento dos derivados de petróleo, fundamentado em preço e uma transição “*soft*” explorando o gás natural como substituto próximo à tecnologia dependente do petróleo e de seus derivados.

Em suma, os resultados para os indicadores propostos mostram a seguinte situação: no cenário B todos os indicadores de sustentabilidade propostos sofrem deterioração comparando-se 2023 a 2000. No cenário A, entretanto, apenas as intensidades energéticas do PIB e *per capita* apresentam deterioração, sendo a oferta de fontes renováveis estável para o mesmo período. Comparando os dois panoramas, o cenário B apresenta trajetória pior

para dois indicadores: intensidade energética *per capita* e participação das fontes energéticas renováveis. O cenário A apresenta pior trajetória em relação ao outro cenário na intensidade energética do PIB.

4.3 – A CONSTANTE BUSCA PELA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Embora os cenários elaborados para o Paraná, com “relação de eficiência congelada”, mostrem valores crescentes, a tendência recente observada nos países industrializados, no que diz respeito à intensidade energética do PIB é de taxas decrescentes. Observando-se os resultados obtidos para os cenários A e B, pode-se constatar que o cenário onde o setor de serviços tem maior dinamismo, o B, a intensidade energética do PIB aponta valores inferiores em comparação ao cenário onde o setor de serviços apresenta menor dinamismo.

Como ilustra Turner et alli(1993), na maior parte dos países industrializados entre 1970 e 1988 houve significativa queda na intensidade energética. Esta queda é atribuída parte à elevação dos preços dos insumos energéticos, notadamente petróleo, parte à transição da estrutura econômica industrial para estrutura econômica de serviços, o que diminui a intensidade energética da economia de forma natural. Cabe destacar o papel decisivo do preço do insumo energético como estímulo à eficiência energética, que em outra situação certamente seria negligenciada. Portanto, corrobora a visão da economia ambiental neoclássica a respeito da importância de valoração dos impactos ambientais. A busca pela eficiência energética também é conhecida como gerenciamento pelo lado da demanda, ou GLD.

Schmidheiny (1992) destaca que a obtenção de um desenvolvimento sustentável energético tem três sustentáculos: um permanente ganho de eficiência no uso do recurso energético, uma participação maior de fontes na matriz energética que garantam um horizonte de sustentabilidade e uso crescente das potencialidades locais aliada a uma nova política de preços e concessão de subsídios, com preocupação marcadamente de longo prazo, nos países em desenvolvimento. Esses três pilares devem ser planejados conjuntamente, embora a eficiência energética possa apresentar retornos rápidos, mitigando problemas mais emergenciais e permitindo que seja possível continuar as ações em relação aos outros objetivos. Nesse sentido, programas de eficiência energética podem ser

implementados rapidamente e ainda que adotados de forma limitada podem ser estendidos através de efeitos-demonstração.

Os padrões de consumo são decisivos no estabelecimento ou não do nível de sustentabilidade energética, em especial da eficiência energética. Goldenberg (1998) mostra a importância desse fator pelas pequenas mudanças de hábito que os indivíduos podem tornar viáveis, como por exemplo revezar o uso do carro entre vizinhos e colegas para ir ao trabalho dentre outras atitudes que ele classifica como “simples”.

Cohen (2003) acrescenta a organização espacial e urbana como um dos fatores que contribuem para a ineficiência energética. Isto faz sentido levando-se em conta que as pessoas necessitam de transporte para estarem inseridas no espaço econômico completo da urbe. Ao mesmo tempo, necessidades de iluminação de ruas e de divulgação de produtos através do uso de “luminosos” acabam por sugerir que a parcela populacional nas cidades pode ser um fator que contribua para necessidades energéticas crescentes. A saída passa, principalmente, pela eficiência do transporte coletivo e pela eficiência energética do sistema de iluminação pública.

Já Loura e Assis (2004) destacam as medidas de planejamento urbano que podem contribuir para a eficiência energética. A primeira delas é considerar as condições de clima, relevo, traçado urbano, entre outras, do sítio em que se estabelece o agrupamento humano. A visibilidade do céu, na medida que permite a captação dos raios solares e alterações no microclima, e a circulação dos ventos no território podem contribuir para a economia de energia. Há, portanto, necessidade dos novos planos urbanísticos contemplarem a problemática da eficiência energética, desde facilitando a mobilidade dos moradores até estabelecendo códigos de construção que beneficiem a obtenção de eficiência energética.

No caso específico da eficiência energética, vários são os procedimentos adotados em diversas partes do mundo. A esse respeito Jannuzzi (1997a) cita, por exemplo, códigos de edificações estabelecendo padrões de consumo máximo de energia e legislação que obrigue os fabricantes a incorporar novas tecnologias com objetivo de tornar os equipamentos mais produtivos em termos energéticos, além de taxas e preços que almejam esses mesmos fins. Jannuzzi (2000) aponta outra modalidade de eficiência energética: programas que se destinam a reduzir a demanda em horários de picos de energia. Relatando

as medidas tomadas nos Estados Unidos para programas de eficiência energética, este autor menciona a ampliação dos canais de informação aos consumidores⁵⁵, venda de serviços para melhoria do uso final de energia, sistemas de tarifação e medição, fornecimento de equipamentos por parte da companhia energética entre outras medidas.

Particularmente no Brasil é apontado o potencial de eficiência energética dado pelo setor público, através da transformação do mercado, de normas técnicas e pesquisa, desenvolvimento e demonstração (PD & D). Citado ainda por Jannuzzi (2000), os projetos de eficiência energética na iluminação pública constituíram-se por 50% do total de programas do ciclo 1998-99. Outra parcela, de 8% dos programas do mesmo período, foi desenvolvida em prédios públicos.

Contudo, é possível alcançar um estágio onde a eficiência energética atinja um *modus operandi* permanente no setor privado. Para isso, Jannuzzi *et alli* (2001) chamam a atenção para instrumentos como a elaboração de tarifas, regras de confiabilidade e estruturas de mercado para eletricidade. Especificamente em Januzzi *et alli* (2001, p. 167):

“Ao relacionar a eficiência energética com prioridades de desenvolvimento, os gastos com eficiência energética poderão ser orientados para metas que sejam particularmente efetivas na realização de objetivos de desenvolvimento”

Todavia, o método de avaliação proposto pela teoria neoclássica dos Recursos Naturais encontra oposição e seu uso não tem sido unânime. Entre as críticas a este método destaca-se a de Anderson (1993), que sublinha várias deficiências da análise de custo-benefício em um contexto específico de aquecimento global. Para ele, em um contexto de alerta global a aplicação da análise de custo benefício tem principalmente quatro dificuldades: dificuldade em se mensurar os resultados efetivos das políticas, viés contra outras espécies, viés contra países pobres e um viés contra as futuras gerações. Nesta linha de argumentação, políticas de regulação pesquisa, desenvolvimento e demonstração (PD & D) e esforço do setor público para economizar energia e difundir equipamentos eficientes trazem resultados mais efetivos do que aplicar uma ótica de preço. Este autor, por fim,

⁵⁵ Utilizando-se da Internet, inclusive.

considera que todas as políticas sendo implementadas de modo conjunto contribuem para a eficiência energética, sem aparecer uma política mais destacada, por conta da complexidade de lidar com diferentes consumidores e para os mais variados fins.

Especificamente para o contexto da cidade de Curitiba, Shafa (2003) pesquisou as condições de aproveitamento e eficiência da energia nos edifícios comerciais da cidade. Esta pesquisa de campo mostra que os edifícios da cidade podem alcançar eficiência energética com medidas de custo baixo, como redução da iluminação artificial das áreas comuns em 25% antes do início do expediente ou ainda reduzir o número de elevadores fora do horário de início e fim do expediente. Estas recomendações estão contextualizadas em Curitiba, porém certamente aplicam-se em inúmeras cidades e são apenas duas dentre muitas. Este autor demonstra esperança de que na elaboração de projetos de construção civil incorpore-se equação ambiental e financeira a eficiência energética.

Haddad (2004) localiza na instituição do CNPE (Conselho Nacional de Política Energética), através da lei nº 9478, de 6 de agosto de 1997, um primeiro marco regulatório na busca pela eficiência energética no Brasil. A promoção do aproveitamento racional dos recursos energéticos do País era uma das atribuições do CNPE. A lei nº 9991 de 24 de julho de 2000 dispõe sobre a realização de investimentos em P&D de eficiência energética através das empresas concessionárias. Por fim, a lei nº 10295, datada de 17 de outubro de 2001, época esta em que parte significativa do país vivenciava um programa de racionamento, estabelece programas de estímulo a adoção de eficiência energética. Os estímulos compreendem incentivos fiscais, fomentar P&D e dar ampla divulgação ao público em geral sobre hábitos que contribuam para a eficiência energética.

Já Henderson (1991) admite de forma geral, e não apenas para a energia, sinteticamente cinco possibilidades relacionadas a eficiência para a sociedade: sociedade perdulária, possibilidade de manutenção do *status quo*, estado estável de alto nível, crescimento com conservação e budista. Nas duas primeiras possibilidades para a sociedade consome mais recursos, sendo que na primeira realizando menos produto e na segunda permanece crescendo porém ainda consumindo mais. Esta última possibilidade é a que verificamos hoje na maior parte dos países em desenvolvimento, em graus diferentes.

As outras três possibilidades são as que a sociedade atual deveria situar-se. Na possibilidade crescimento com conservação a situação de acumulação permanece, sendo porém eficiente, utilizando menos recursos, ou com menor fluxo entrópico. Tal situação implica na redução do desperdício. Na possibilidade de se ter um estado estável de alto nível, a sociedade permanece realizando o mesmo com menos recursos. Esta possibilidade implica que um alto nível de desenvolvimento, com redução das desigualdades, tenha sido alcançado. Finalmente, a possibilidade budista é aquela onde utilizando menos recursos, produz-se menos. Implica, naturalmente, em mudanças de valores.

Destas três últimas possibilidades, a primeira, crescimento com conservação, é a meta do desenvolvimento sustentável. A segunda ainda poderia se encaixar dentro dos objetivos do desenvolvimento sustentável, sendo contudo somente acessível para uma parte das nações neste momento. A última possibilidade representaria que em algum momento a humanidade retornaria para a sociedade baseada na caça e coleta. Certamente, trata-se de sustentabilidade, mas não responde a necessidade de desenvolvimento. Portanto, como país em desenvolvimento, o Brasil deveria procura alcançar um estágio correspondente ao crescimento com conservação, para no decorrer do processo almejar um estado estável de alto nível.

4.4 – VIABILIZAÇÃO DAS FONTES RENOVÁVEIS DE ENERGIA

Entre as fontes renováveis consideradas, o Brasil e o Paraná apresentam, como já demonstrado no capítulo dois, grande parcela de participação de lenha, hidroeletricidade e derivados da cana de açúcar. Outras fontes renováveis têm usos potenciais no Brasil, tais como energia eólica, a partir dos ventos, e solar, a partir de células fotovoltaicas.

No caso específico das principais fontes renováveis usadas no Brasil, estão todas condicionadas a um manejo sustentável. O caso da lenha é emblemático, pois se o desmatamento para aproveitamento do recurso ocorre de forma predatória compromete a sustentabilidade do uso do recurso. O exemplo mais sintomático é aquele já relatado no capítulo 1, quando no início da revolução industrial as matas nativas da Grã-Bretanha foram dilapidadas em busca de lenha.

Nesse momento, portanto, cabe considerar que o critério participação das fontes renováveis no total da oferta energética possui limitações, considerando-se uma ótica de desenvolvimento sustentado, já que seus efeitos sobre o meio-ambiente, embora pequenos se comparados a fontes não-renováveis, se fazem presentes.

Branco (1990) ilustra o potencial destrutivo do uso da energia hidrelétrica citando o caso da Usina de Balbina, localizada na Amazônia, destacando não só o prejuízo ambiental decorrente, mas também a maior responsabilidade do Brasil em relação a estas ações. A represa de Balbina inundou uma área de 2.400 quilômetros quadrados da floresta amazônica para que a usina pudesse produzir 250 megawatts de potência, ou seja, para cada quilômetro quadrado inundado a Usina de Balbina produzirá somente 0,15 megawatt. Entretanto, medições realizadas em diversas florestas tropicais do mundo revelam que o processo de fotossíntese é capaz de fixar, numa área de 1 quilômetro quadrado, energia equivalente a 1,09 megawatt, o que mostra a ineficácia do empreendimento que se caracterizou a usina de Balbina. A ineficácia será maior se considerarmos que a Amazônia é a floresta mais produtiva do mundo em termos de produção fotossintética. Desse modo, avalia que a usina de Balbina deveria produzir 2.600 megawatts, ou dez vezes mais a sua capacidade instalada, para não ser considerada em termos energéticos um empreendimento predatório.

Apesar da construção de Balbina atender a uma necessidade energética importante da região amazônica, não basta a usina hidrelétrica a ser construída ter uma produção energética que compense a perda de recursos florestais, pois desse modo seria simples obter legitimação para um empreendimento do gênero. De acordo com Kalinowski et alli (2002), a energia hidrelétrica, por exemplo, provoca uma série de consequências sobre o meio ambiente listados na sequência: alteração do curso natural de rios, perda de espécies animais e vegetais próprias das regiões alagadas, poluição dos reservatórios devido ao despejo de esgotos, agrotóxicos e efluentes industriais entre outros. Ademais a instalação de linhas de transmissão faz com que se percam solos férteis.

Com relação ao deslocamento de populações das regiões alagadas pelos empreendimentos, Fernandes e Bermann (2004) destacam as responsabilidades para com estas populações. Entre estas responsabilidades encontram-se: o levantamento correto das áreas e populações atingidas; sincronia entre alagamento e disponibilidade das novas

moradias; treinamento para eventual aproveitamento da mão de obra na usina hidroelétrica; e efetiva melhoria das condições de vida locais são as mais importantes.

A viabilização de energia eólica, por exemplo, pode também provocar alterações no ambiente, uma vez que as hélices das usinas podem estar localizadas em rotas de pássaros. Portanto, para Kalinowski *et alli* (2002) qualquer forma de obtenção de energia compromete em menor ou maior medida o ambiente.

O caso da construção da Usina Hidrelétrica de Três Gargantas, na China, também é emblemático. A sua obra tem prazo previsto para o encerramento em 2009 e é considerada a maior obra da moderna engenharia chinesa. Contudo, apesar de produzir mais energia que Itaipu quando concluída, seu desnível de águas, no rio Yang-Tsé, é menor, o que ocasiona maiores impactos ambientais. No rastro de formação de seu lago irão desaparecer 12 cidades, habitadas por 1,3 milhão de pessoas. É o caso clássico de crescimento econômico de um país em desenvolvimento: as consequências ambientais serão percebidas somente quando forem irreversíveis⁵⁶.

As pequenas centrais hidroelétricas, PCHs, respondem em parte aos problemas gerados pelos grandes empreendimentos hidroelétricos, pois por se tratarem de usinas de pequenos aproveitamentos, a área a ser inundada é significativamente menor, gerando menores impactos humanos e ambientais. A limitação, neste caso, é a capacidade de geração, que não seria capaz de atender a grandes consumidores, como uma cidade média. Neste sentido, a contribuição das PCHs no alcance da sustentabilidade corrobora mais uma vez a idéia de que pequenas escalas cooperaram para o desenvolvimento sustentável.

Geller (2003) realiza um competente apanhado das potencialidades das fontes renováveis no mundo. Destaca entre outros encorajamentos a expansão do mercado fotovoltaico, destinado a produção de energia solar, devido à combinação de apoios institucionais e difusão tecnológica. O mesmo cenário é encontrado em relação à biomassa, particularmente desenvolvida no Brasil, e em relação à energia eólica.

⁵⁶ Outros indicadores de deterioração ambiental são evidentes. Ver Revista Veja, edição 1591, ano 32, n. 13, 31 de março de 1999. Pp. 60-61.

Finalmente, a viabilização das fontes energéticas limpas afeta as relações da economia de forma positiva, sobretudo em relação ao emprego como destaca Geller (2003, p. 179):

“Os empregos criados com o aumento da eficiência energética e a expansão do uso de energias renováveis terão uma ampla dispersão geográfica, ao contrário dos empregos nas indústrias de combustíveis fósseis. Muitos desses empregos poderiam ser cargos técnicos com bons salários. Os empregos e a renda iriam fluir tanto para as áreas urbanas quanto para as rurais; às urbanas pela fabricação e instalação de equipamentos, e às rurais pela plantação de culturas para energia ou pela instalação de turbinas eólicas em fazendas ou terras não-cultivadas. E as indústrias de eficiência energética e energia renovável, diferentemente da mineração de carvão e da produção de petróleo e gás, seriam relativamente seguras para os trabalhadores e para os moradores da região onde a energia é produzida”.

Jannuzzi (2004) sintetiza o atual estágio de P&D em energias renováveis no Brasil. No que diz respeito à energia solar, o Brasil precisaria investir em pesquisas que avancem na direção de viabilizar economicamente painéis com silício de “grau solar”, ao contrário da indústria mundial que desenvolve painéis de silício de “grau eletrônico”, mais onerosos. Tal atividade necessita de apoio e incentivo e do desenvolvimento da indústria de componentes eletrônicos necessários à produção. Ademais, marcos regulatórios e tarifários necessitam ser construídos.

Com relação à energia eólica a P&D deveria estar voltada para o desenvolvimento de equipamentos que explorariam as peculiaridades do Brasil e a interligação dos parques eólicos que venham a ser instalados com os já instalados, além da consolidação dos dados referentes ao potencial eólico nacional.

Finalmente, no campo da energia a partir da biomassa, Jannuzzi (2004) destaca a necessidade de se progredir no aproveitamento mais eficiente da madeira no setor residencial, analisar o uso de combustíveis alternativos para tecnologias já comerciais como a cogeração e a queima direta nos setores de papel e celulose e cana de açúcar, desenvolvimento e demonstração de gaseificadores de pequeno porte e aperfeiçoamento do

manejo de florestas energéticas em áreas marginais à produção de alimentos, dentre outras linhas de P& D.

Estas iniciativas listadas em P& D de energias renováveis ganham destaque pela implementação do PROINFA – Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica, patrocinado pelo MME – Ministério das Minas e Energia. O PROINFA foi criado pela Lei nº 10438, de 26 de abril de 2002 e modificado pela Lei nº 10762, de 11 de novembro de 2003, tem como objetivo aumentar a participação das fontes renováveis no total da matriz energética brasileira.

Segundo Nascimento e Machado (2004), o PROINFA teve concentrado na Região Sul do país, especificamente, 22% dos projetos nacionais. Desses destacam-se os projetos destinados a PCHs, que totalizam 33% dos projetos existentes no país, ao passo que para a geração eólica 22% dos projetos aprovados provinha da Região Sul. Por fim, na biomassa apenas 5% dos projetos nacionais correspondia à Região Sul.

Dessa forma, percebe-se que o Brasil encontra-se numa posição privilegiada com relação ao desenvolvimento de fontes alternativas: dispõe de massa crítica, reconhecendo a importância do desenvolvimento de fontes alternativas, possui talento e recursos para viabilizar as pesquisas necessárias e principalmente, como país predominantemente tropical, possui a matéria prima necessária à geração de energias alternativas.

4.5 – BREVES CONSIDERAÇÕES

Após a materialização dos indicadores de sustentabilidade, com o objetivo de tornar tangível o conceito e auxiliar e direcionar políticas ambientais, a energia passou a estar no foco das análises com duas vertentes: a eficiência energética e a participação das fontes renováveis na matriz energética.

Importante destacar que o nível “micro”, ou regional, no alcance da sustentabilidade deve ganhar apelo na medida em que o gigantismo dos processos produtivos e das concentrações urbanas torne inviável a ampliação da qualidade de vida e crie “deseconomias” de escala as atividades produtivas. Trabalhar com indicadores descentralizados é uma das maneiras de desenvolver a consciência a respeito da

sustentabilidade. Analisar as interações globais, em sintonia com as regionais, adquire importância crescente.

Os resultados obtidos para o Paraná demonstram que se houver uma permanência da situação atual as próximas duas décadas será observada uma deterioração dos indicadores de sustentabilidade energética: a eficiência energética, seja *per capita*, seja por produto, deteriora-se. Ao mesmo tempo, a participação de fontes renováveis no total da matriz energética paranaense permanecerá estável *coeteris paribus*. Portanto, a melhoria dos indicadores passa por estímulos para ambas as modalidades: eficiência energética e fontes renováveis.

CONCLUSÃO

Levando-se em conta as necessidades econômicas e de desenvolvimento da sociedade, mas também a importância de se preservar o meio-ambiente, garantindo a permanência da espécie humana, o desenvolvimento sustentável deve ser priorizado.

Embora o conceito de desenvolvimento sustentável ainda esteja em discussão com relação a sua implementação, alguns indicadores foram construídos para guiarem a discussão. A Energia por seu caráter reconhecidamente importante à economia e ao mesmo tempo por ser extraída junto à natureza assume um papel central no debate

A forma como a economia capitalista orientou a exploração dos recursos energéticos ignorou os impactos ambientais. Hoje, mais do que em qualquer época, o meio ambiente encontra-se degradado e muitas vezes inadequado à vida humana saudável. Dessa maneira, ganha importância uma reorientação no uso dos recursos energéticos.

Os indicadores de sustentabilidade, regra geral, apontam para soluções que visem a eficiência no uso dos recursos energéticos e a maior oferta de fontes energéticas limpas e renováveis. A eficiência energética pode ser medida com relação ao consumo médio de um habitante ou ainda ao consumo médio para se obter uma certa quantidade de produto econômico. Por seu turno, a oferta de fontes energéticas limpas e renováveis é medida como a participação na matriz energética total.

No Estado do Paraná os cenários sócio-econômicos até 2023 apontam para uma demanda crescente de energia, mesmo se considerando um cenário de menor dinamismo econômico. Desse modo, tanto os ganhos de eficiência energéticos, como o incremento de fontes energéticas renováveis, são variáveis chaves para a garantia da sustentabilidade.

Tais cenários sócio-econômicos, contudo, podem ser avaliados utilizando-se metodologias distintas a que se optou usar neste trabalho, a MEDEE. Também pode ser ampliado o nível de detalhamento das variáveis sócio-econômicas analisadas, nos setores residencial, transportes, indústria e outros setores. Por fim, como sugestão para avanços posteriores está a interação de mais indicadores de sustentabilidade, ou no limite, a confecção de novos indicadores.

Mantendo-se a “eficiência energética relativa” congelada, no nível observado no presente, os cenários apontam para uma situação perigosa na evolução da demanda energética paranaense. Daí a necessidade urgente da eficiência energética ser intensificada. As medidas de eficiência energética, regra geral, estão ao alcance da população, bastando para tal que se informe corretamente os procedimentos a serem adotados. Em paralelo, o poder público, não apenas através de regulações e incentivos fiscais e tributários pode criar o incentivo inicial, mas também atuar no planejamento urbano. É preciso lembrar, todavia, que há importantes impactos sociais e econômicos dados por estes condicionantes. A maior parte dos impactos mostra-se positivo, seja para a economia, seja para a sociedade e, principalmente, para o meio-ambiente.

Para o Paraná é, também, essencial a discussão sobre oferta energética, já que se trata do maior ofertador de energia do país e, em paralelo, um dos estados que mais se desenvolvem economicamente no país, demandando necessidades energéticas crescentes. Com isso não apenas crescem os problemas de planejamento econômico, mas também, inevitavelmente, os problemas ambientais. Cabe notar que o Brasil ostenta níveis de biodiversidade, sobretudo no reino vegetal, incomparáveis no mundo, o que aumenta a responsabilidade na determinação de opções que gerem o menor impacto possível sobre o meio-ambiente.

Contudo, levando-se em conta a dificuldade em implementar essas tecnologias de imediato, o esforço tem sido dirigido sobretudo no campo de pesquisa, desenvolvimento e demonstração (PD&D) e da regulação governamental. Esses dois esforços podem conduzir a situações mais confortáveis para superar o dilema entre crescimento econômico e sustentabilidade ambiental, na área energética.

A transição para uma matriz energética limpa e que não ofereça riscos para o meio ambiente deverá, pelo estado do debate atual, ser guiada pela ótica dos três Es: Energia, Ecologia e Economia. Assim, através de soluções técnicas adequadas e detentoras de viabilidade econômica e, em paralelo, com regulamentações adequadas, fruto da consciência ambiental, deixará de existir contradição entre um desenvolvimento econômico permanente e a manutenção / recuperação do meio ambiente. Por ser um grande desafio e por estar a humanidade consciente dele, é possível acreditar que a sustentabilidade energética será

alcançada, afinal como mostra a evolução do fornecimento energético, soluções criativas para problemas desafiadores é uma marca da raça humana, desde o domínio do fogo.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, Victor. **Energy Efficiency Policies**. London : Routledge, 1993.
- ANDRADE, T.; LOBÃO, W.. **Elasticidade-Renda e preço da demanda residencial da energia elétrica no Brasil**. Rio de Janeiro: Texto para discussão, 489, IPEA, 1997
- AYRES, R.U..**Industrial Metabolism and global environmental change**. International Journal of Sciences, v.121, p. 323-335, 1989.
- AYRES, R.U.. **Eco-Thermodynamics : economics and the second law**. Ecological Economics, vol. 26, pp. 189-209, 1998.
- BAER, Werner. **A Economia Brasileira**. São Paulo: Nobel, 1996.
- BALLUTH, A.;EKHLAT, M.;HADDUD, H.;ZAHMOUL, D.;KAMAL, S.. **The Potential Impact of Improved Energy Utilization Efficiency on the Future Energy Demand in Libya up to the Year 2020**. In 17º World Energy Council Congress, Houston, EUA, Setembro de 1998.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Relatório Focus de Expectativas Econômicas**. Disponível em www.bcb.gov.br/ . Acesso em agosto de 2003.
- BERMANN, Célio. **Energia no Brasil : Para quê ? Para quem ?**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2002.
- BRANCO, Samuel M . **Energia e Meio Ambiente**. São Paulo : Moderna, 1990.
- BHAGWATI, Jogdish. “Regionalism and Multilateralism : an overview”, in “**New Dimensions in Regional Integration**”, de Melo, J. and Panagariya, A. (eds). New York: Cambridge University Press, 1993.
- BOULDING, K.. “**Equilibrium, entropy and autopoiesis : towards a disequilibrium economics**”. Eastern Economic Journal, v. VI, n.3-4, p. 178-188, 1980.
- BRITISH PETROLEUM. **Statistical Review of World Energy**, 2002.
- BRITO, Sérgio S.. “Tristes Trópicos – O Brasil – Novas Esperanças ?” in DÉBIER, J.C.; DELEAGE, J.P.; HEMÉRY, D. **Uma história da energia**. Brasília: Ed. UnB, p. 365-382, 1986.
- CALABI, Andrea S.. **A Energia e a Economia Brasileira: Estudos Econômicos**. São Paulo: Pioneira, 1983.

CAPRA, Fritjof. **O Ponto de Mutação**. São Paulo, Ed. Cultrix, 1982.

CARSON, Rachel. **A Primavera Silenciosa**. Lisboa: Editorial Pórtico, 1962.

CASTRO, D.; VASCONCELOS, J.R.(Coord.). **Paraná: economia, finanças públicas e investimentos nos anos 90**. Brasília: IPEA, Texto para Discussão nº 624, 1999.

CHATEAU, B.. **Les utilisations de la methode MEDEE dans le monde, in: L'implantation de MEDEE 3 au Quebec: la methodologie et les resultats**. Ministere de l'Energie et des Ressources : Collection Etudes et Recherches, Québec, 1984..

CHATEAU B.;LAPILLONE, B., LEO, G.. **Le modele europeen de demande en energie a long terme MEDEE 3. Description resume et nouveaux developpements**. Direction Generale Science, Recherche et Developpement, Commission des Communautés Europeennes, Bruxelles, 1985.

COHEN, Claude. “Padrões de Consumo e Energia : Efeitos sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento” in **Economia do Meio-Ambiente**. May, Peter et alli (orgs). Rio de Janeiro : Campus. p. 245-270, 2003.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso Futuro Comum**. Rio de Janeiro : Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991.

COPEL – Companhia Paranaense de Energia. **Balanco Energético do Paraná**. Curitiba: Copel, Vários Anos.

COPEL- Companhia Paranaense de Energia; IPARDES – Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Articulação Sócio-Econômica e Energética do Paraná**. Curitiba : IparDES, 1986.

COPEL – Companhia Paranaense de Energia. **Projeção do Consumo de Energia no Paraná 1995/2000**. Curitiba : Copel, 1990.

COSTA, Ricardo Cunha da & LaRovere, Emilio C. “Indicadores de Sustentabilidade Energética para o Setor Energético Brasileiro” in **Anais do IX Congresso Brasileiro de Energia**. Rio de Janeiro. p. 189-197, 2002.

DALY, Hermann E. “On Nicholas Georgescu-Roegen’s contributions to Economics: an obituary essay”. *Ecological Economics*, vol.13, pp. 149-154, 1994.

DALY, Hermann E.. “Sustainable Growth ? No Thank You.” In Mander, J. and Goldsmith, E. (ed.) **The Case Against The Global Economy : and for a turn toward the local**. San Francisco : Sierra Club Books, p.192-196, 1996.

DÉBIER, J.C. ; DELEAGE, J.P. ; HEMÉRY, D. **Uma história da energia**. Brasília: Ed. UnB, 1986.

DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito. Dados da frota vehicular brasileira. www.denatran.gov.br/frota.htm. Acesso em agosto de 2004.

DINIZ, Clélio C.. **Desenvolvimento Poligonal no Brasil: Nem Desconcentração nem Contínua Polarização**. Revista Nova Economia, v. 3, n. 1, Belo Horizonte, 1993

DINIZ, C.C., CROCCO, M.A.. **Reestruturação Econômica e Impacto Regional: O Novo Mapa da Indústria Brasileira**. Revista Nova Economia, v. 6, n. 1, Belo Horizonte, 1996.

FEDERAL RESERVE BANK OF SAINT LOUIS. **Economic Research Data**. (www.stls-frb.org/). Acesso em julho de 2004.

FERNANDES, F.; BERMAN, C.. **Uma Análise da Responsabilidade Social do Estado Sobre a População Ribeirinha Afetada por Hidrelétricas**. Anais do IV Congresso Brasileiro de Planejamento Energético, Itajubá, 2004.

GELLER, Howard S. **Revolução Energética: Política para um futuro sustentável**. Rio de Janeiro: Relume Dumará: USAid, 2003.

GEORGESCU-ROEGEN, Nicholas. **“The Entropy Law and the Economic Process”**. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1971.

GEORGESCU-ROEGEN, Nicholas. “Man and Production”. In BARANZINI, Mauro & SCAZZIERI, Roberto (orgs.). **Foundations of Economics : Structures of Inquiry and Economic Theory**. Oxford : Basil Blackwell, p.247-280, 1986

GOLDEMBERG, José. **Energia para o Desenvolvimento**. São Paulo: T.A. Queiroz Editor Ltda, 1988.

GOLDEMBERG, José. **Energia, Meio Ambiente & Desenvolvimento**. São Paulo: Edusp, 1998.

GOLDEMBERG, José; PRADO, Luiz Tadêo Siqueira. “Projeções de Demanda de Energia Paulista para o ano 2000 através do método MEDEE” in **Planejamento Energético : Elementos para um novo enfoque**. LaRovere, E.L.&Robert, Marcelo (orgs). Projeto FINEP / PNUD / UNESCO. Brasil. P. 191-205, 1982.

Government of CHINA / UNDP – United Nations Development Population/ ESCAP. **Sectoral Energy Demand Studies in China**. Bangkok: ESCAP, November 1989.

Government of INDIA / UNDP – United Nations Development Population / ESCAP. **Sectoral Energy Demand Studies in India**. Bangkok: ESCAP, November 1989.

HADDAD, Jamil. O Uso Eficiente da Energia e a Aplicação da Lei da Eficiência Energética. **Anais do IV Congresso Brasileiro de Planejamento Energético, Itajubá, 2004**.

HEILBRONER, Robert. **A História do Pensamento Econômico**. São Paulo : Ed. Nova Cultural, 1996.

HENDERSON, Hazel. Transcendendo a Economia. **São Paulo : Ed. Cultrix, 1991**.

HENDERSON, Hazel et alli. **Calvert Henderson Quality of Life Indicators**. Bethesda : Calvert Group Ltd, 2000.

HOBSBAWN, Eric. **“A Era dos extremos. O breve século XX”**. São Paulo: Companhia das Letras, 2000.

HUNT, E.K. **História do Pensamento Econômico**. Rio de Janeiro : Ed. Campus, 1982.

HURREL, Andrew. **“Explaining the Ressurgence of Regionalism in World Politics”**. Review of International Studies (21:4), pp. 331-58. 1995.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; IPARDES - Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social; FNUAP - Fundo de População das Nações Unidas. **Paraná : Projeções de População por Sexo e Idade : 1991 – 2000**. Curitiba: Iparades; Rio de Janeiro : IBGE, 1999.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.. **Sistema de Contas Nacionais do Brasil 2001**. Rio de Janeiro : IBGE, 2002.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável – Brasil 2002**. Rio de Janeiro: IBGE, 2003.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional Amostra de Domicílios – PNAD**. Rio de Janeiro: IBGE, 2004.

INDEC – Instituto Nacional de Estadística y Censos de La Republica. **Dados Estatísticos da população argentina**. www.indec.mecon.ar/ . Acesso em agosto de 2004.

IPARDES – Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Crescimento, reestruturação e competitividade industrial no Paraná - 1985-2000**. Curitiba: Iparades, 2002.

IPARDES – Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Paraná: Diagnóstico Social e Econômico.** Curitiba : Iparides, 2003.

IPEADATA. www.ipeadata.com.br/. **Dados estatísticos da Economia Brasileira.** Acesso em julho de 2004.

JANNUZZI, Gilberto de M.(1997a). **“A política energética e o meio-ambiente” in Economia do Meio Ambiente: teoria, políticas e a gestão de espaços regionais. Romeiro, Ademir R. et alli (orgs). Campinas, Instituto de Economia da Unicamp. Pp153-162, 1997.**

JANNUZZI, Gilberto de M.(1997b). **Planejamento Integrado de Recursos Energéticos: Meio Ambiente, conservação de energia e fontes renováveis** . Campinas: Autores Associados, 1997.

JANNUZZI, Gilberto de M. Políticas Públicas para Eficiência Energética e Energia Renovável no Novo Contexto de Mercado – Uma Análise da Experiência Recente dos EUA e Brasil. **Campinas: Ed. Autores Associados, 2000.**

JANNUZZI, G.M.; KOZLOFF, K.; MIELNIK, O; COWART, R.. **Energia: Recomendações Para Uma Estratégia Nacional de Combate ao Desperdício. Financiado pela USAID – Brasil, 2001.**

JANNUZZI, Gilberto de M.. **Uma Avaliação das Atividades Recentes de P&D em Energia Renovável no Brasil – Reflexões para o Futuro.** Anais do IV Congresso Brasileiro de Planejamento Energético, Itajubá, 2004.

JIMÉNEZ-HERRERO, Luiz .M. **Desarrollo Sostenible y Economía Ecológica.** Madrid:Editorial Síntesis, 1997.

JORGESON, D.W.; CHRISTENSEN, L.R.; LAU, L.J. **“Transcendental Logarithmic Production Frontiers”.** Review of Economic and Statistics, vol. 55 (1), February, p. 28-45, 1973.

KALINOWSKI, Luciana M. et alli. **Fontes de Energia Disponíveis no Estado do Paraná e suas Conseqüentes Alterações Ambientais.** Anais do IX Congresso Brasileiro de Energia. Rio de Janeiro. p. 181-188, 2002.

KURZ, Rolf . **Energias em Combustão.** Folha de S. Paulo, Caderno Mais, 11 de julho de 2004, pp. 8-9, 2004.

LAITNER, John A. “Energy Indicator” in Henderson, Hazel et alli. **Calvert Henderson Quality of Life Indicators.** Bethesda : Calvert Group Ltd., 2000. Cap.7, Pp 89-100, 2000.

LEITE, Antônio Dias. **A Energia do Brasil**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997.

LEWIS, Arthur. **The Theory of Economic Growth**. London: Allen and Unwin, 1955.

LOKTA, Arthur. **The Law of Evolution as a Maximal Principle**. Human Biology, vol.17 (Maio), p. 67-194, 1945.

LOPES, L.A.. **Os choques do Petróleo na Matriz Energética do Paraná**. Revista Economia. Curitiba, n. 21, pp. 103-123, 1997.

LOPES, L. A.. **Desenvolvimento Sustentável: Uma Análise do Alcool como Alternativa Energética**. Tese de Doutorado apresentada à Faculdade de Engenharia Mecânica da Unicamp. Campinas, 1999.

LOURA, R.M.; ASSIS, E.S.. Eficiência Energética: O Desafio Para o Planejamento Urbano. **Anais do IV Congresso Brasileiro de Planejamento Energético, Itajubá, 2004**.

MACEDO, M.; MEINERS, W.; VIEIRA, V. **Fases de desenvolvimento regional no Brasil e no Paraná: da emergência de um novo modelo de desenvolvimento na economia paranaense**. Revista Paranaense de Desenvolvimento, Curitiba: IPARDES, nº.103, p. 5-22, jul-dez, 2002

MAGALHÃES, Marisa V.; KLEINKE, Maria L. U. **Projeção da População no Paraná : tendências e desafios**. Revista Paranaense de Desenvolvimento. Curitiba: IparDES, n.98, p.27-43, janeiro/junho 2000.

MANTOUX, Paul. **The Industrial Revolution in the Eighteen Century**. Nova Iorque: Harcourt Brace Jovanovich, 1927.

MARCO, Gino J.; HOLLINGWORTH, Robert M.; DURHAM, William. **Silent Spring Revisited**. Washington, D.C.: American Chemical Society, 1987.

MARQUES, João F.; COMUNE, Antônio E.. “A teoria neoclássica e a valoração ambiental” in **Economia do Meio Ambiente : teoria, políticas e a gestão de espaços regionais**. Romeiro, Ademir R. et alli (orgs). Campinas, Instituto de Economia da Unicamp, p. 21-42, 1997.

MARTIN, J.M. **A economia mundial da energia**. São Paulo: Unesp, 1989.

MEADOWS, D.; MEADOWS, D.. **Limites do Crescimento – um relatório para o projeto do Clube de Roma sobre o dilema da humanidade**. São Paulo: Perspectiva, 1972.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Gestão dos Recursos Naturais : Subsídios à Elaboração da Agenda 21 Brasileira**. Brasília: Edições Ibama, 2000.

MME – Ministério das Minas e Energia. **Plano de Longo Prazo – Projeção da Matriz – 2002 : Sumário Executivo**. Brasília: MME, dezembro de 2002.

MME – Ministério das Minas e Energia. **Balanço Energético do Brasil**. Brasília: MME, Vários Anos.

MODIANO, Eduardo. **Elasticidade-Renda e preço da demanda de energia elétrica no Brasil**. Departamento de Economia PUC-RJ, Rio de Janeiro: Texto para Discussão, nº 68, 1984.

MOTTA, Ronaldo S.; MENDES, Francisco E.. “Instrumentos Econômicos na gestão ambiental : aspectos teóricos e de implementação” in **Economia do Meio Ambiente : teoria, políticas e a gestão de espaços regionais**. Romeiro, Ademir R. et alli (orgs). Campinas: Instituto de Economia da Unicamp. Pp. 125-150, 1997.

MUELLER, Charles C. **Economia e Meio Ambiente na Perspectiva do Mundo Industrializado: Uma Avaliação da Economia Ambiental Neoclássica**. Estudos Econômicos, v.26, p. 261-304, Maio-Agosto 1996.

MUELLER, Charles C. **Economia, Entropia e Sustentabilidade: Abordagem e Visões de Futuro da Economia da Sobrevivência**. Estudos Econômicos, v.29 (4), p.513-550, 1999.

NASCIMENTO, J.G.A; MACHADO, AC.C.S.. **Análise da Exposição dos Empreendimentos do PROINFA com Relação ao Mercado de Curto Prazo**. Anais do IV Congresso Brasileiro de Planejamento Energético, Itajubá, 2004.

NOBRE, Marcos; AMAZONAS, Maurício de C. (orgs.) **Desenvolvimento Sustentável: a institucionalização de um conceito**. Brasília: Eds. Ibama, 2002.

NOJIMA, D. **Crescimento e reestruturação industrial no Paraná - 1985-2000**. Revista Paranaense de Desenvolvimento, Curitiba: IPARDES, nº.103, p. 23-43, jul-dez, 2002.

OLIVEIRA, Adilson de. “Os desafios do desenvolvimento energético sustentado” in **Energia e Desenvolvimento Sustentável**. Oliveira, Adilson de (coord.). Rio de Janeiro: IE-UFRJ / MME, p.131-150, 1998.

OLIVEIRA, Adilson de; GUTIERREZ, Margarida M.S (1998). “As dimensões do Desenvolvimento Energético Sustentado” in **Energia e Desenvolvimento Sustentável**. Oliveira, Adilson de (coord.). Rio de Janeiro : IE- UFRJ / MME, p. 30-69, 1998.

PACHECO, Carlos Américo. **Fragmentação da Nação**. Campinas: Unicamp, Instituto de Economia, 1998.

PADIS, Pedro C. **Formação de uma economia periférica: o caso do Paraná**. São Paulo: Hucitec, 1981.

PINDYCK, Robert S.; RUBINFELD, Daniel L. **Microeconomia**. São Paulo: Makron Books, 1994.

PRADO, Luiz Tadêo Siqueira. “**A utilização do modelo MEDEE na avaliação da demanda de energia do Brasil**”. Estudos Econômicos, Edição Especial, p.161-180, set/1981.

QUIROGA M., Rayen. **Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible : estado del arte y perspectivas**. Santiago del Chile: División de Medio Ambiente y Assentamentos Humanos, CEPAL/ ECLAC, dezembro de 2001.

REVISTA BOVESPA. **Comgás aposta em expansão**. www.bovespa.com.br/revista/90/Empresas.htm/. Abril-Junho 2004. Acesso em Setembro de 2004.

ROTSTEIN, Jaime. **Depois do ano 2000 o barril de petróleo será leiloado como lembrança de uma era**. Revista Problemas Brasileiros, 21 (242-3): 4-19, 1985.

SACHS, Ignacy. **Ecodesenvolvimento: crescer sem destruir**. São Paulo: Vértice, 1986.

SCHMIDHEINY, Stephan. **Changing Course: A Global Business Perspective on Development and the Environment**. Cambridge : The MIT Press, 1992.

SCHMIDT, Cristiane Alkmin Junqueira; LIMA, Marcos A. M. **A demanda por energia elétrica no Brasil**. Revista Brasileira de Economia, jan./mar. 2004, vol.58, no.1, p.68-98.

SCHUMACHER, Ernst F. **O Negócio é Ser Pequeno: um estudo de economia que leva em conta as pessoas**. Rio de Janeiro: Zahar, 1983.

SHAFA, Momiman. **Mudança de Comportamento, Elemento Essencial na Conservação de Energia**. Dissertação apresentada para obtenção do grau de mestre em Tecnologia. Programa de Pós Graduação em Tecnologia do Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná. Curitiba, 2003.

SOLOW, Robert M. **The Economics of Resources or the Resources of Economics**. American Economic Review, vol.64,nº 2, p. 1-14, Maio 1974.

TAVARES, Maria da Conceição. “Ajuste e Reestruturação nos Países Centrais : A Modernização Conservadora” in TAVARES, M.C. & FIORI, J.L. Desajuste Global e Modernização Conservadora. **Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1996.**

TRONCONI, P.A.; VALOTA, R.; AGOSTINELLI, M.; RAMPI, F. **Pianeta in Prestito. Energia, Entropia & Economia**. Peggio : Macroedizioni, 1991. Tradução de Arsênio Osvaldo Sevá Filho. Disponível em <http://fit.fem.unicamp.br/~seva/>

TURK V.; PAHERNIK, Z. **Economic Aspects of the Development Strategy of the Slovenian Electric Power System**. SLOKO - CIGRE: 1st Slovenian Symposium of Electrical Engineers, Ljubljana, May 1993.

TURNER, K.; PEARCE, D.; BATEMAN, I. **Environmental Economics**. Baltimore: The John Hopkins University Press, 1993.

UN - UNITED NATIONS. **Indicadores de Desarrollo Sostenible. Marco y Metodologías**. New York: United Nations Publication, 1996.

United Nations Development Programme (UNDP); Economic and Social Commission for Asia and Pacific (ESCAP); Commission of European Communities. **MEDEES : An Energy Demand Model for Developing Countries, Regional Energy Development Programme**. Bangkok, 1989

WILLIAMSON, John. **Economia Aberta e a Economia Mundial – Um Texto de Economia Mundial**. Rio de Janeiro: Ed. Campus, 1989.

